

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**DISEÑO DE SISTEMA DE TUBERÍAS PARA
TRANSPORTE DE BIODIESEL DESDE SU
ALMACENAMIENTO HASTA LA VENTA**

INFORME DE SUFICIENCIA

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

RICARDO MANUEL GONZALES BUENO

PROMOCION 2005-II

LIMA-PERU

2010

INDICE

PROLOGO.....	1
CAPITULO I.....	3
INTRODUCCION	3
1.1 OBJETIVO	3
1.2 INFORMACION GENERAL DEL PROCESO DE PRODUCCION DE BIODIESEL.....	4
1.3 CAPACIDAD DEL PROYECTO	5
CAPITULO II	7
MARCO TEORICO.....	7
2.1 GENERALIDADES	7
2.2 DEFINICIONES TEORICAS	8
2.2.1 Calculo hidráulico de tuberías.....	8
2.2.2 Presión de diseño	9
2.2.3 Temperatura de diseño	10
2.2.4 Espesor de pared	10
2.2.5 Diseño de soportes para tuberías.....	12
2.2.6 Bombas.....	15
2.2.7 Estructuras de acero	16
CAPITULO III.....	28
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	28
CAPITULO IV.....	30
PROPUESTA DEL SOLUCION.....	30
4.1 PLAN ESTRATEGICO.....	30
4.2 MEZCLADO EN LINEA – BALANCE	31
4.2.1 Casos de mezclas de biocombustibles.....	32
a) Caso Diesel B2.....	32
b) Caso Diesel B5.....	32
4.3 EQUIPOS DE PROCESO	32
4.3.1 Tanques de almacenamiento de biodiesel B100	32
4.3.2 Bomba de Descarga de Biodiesel B100 del Camión Cisterna	34
4.3.3 Contador de línea de descarga.....	34
4.3.4 Bombas de Alimentación de Biodiesel B100 al Mezclador.....	34
4.3.5 Pre-Filtros Micrónicos	34
4.3.6 Equipo Mezclador	35
4.4 DESCRIPCION DEL PROCESO	35
4.4.1 Descarga de Camión Cisterna	35
4.4.2 Almacenamiento	36
4.4.3 Sistema de Mezcla en Operaciones de Despacho	36
4.4.4 Sistema de Mezcla en Bombas de Embarque	36
4.5 PREPARACION DE TERRENOS.....	37
4.6 CRITERIOS DE DISEÑO	37
4.7 SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE.....	38
4.7.1 Seguridad e Higiene Industrial.....	38

4.7.2	Medio Ambiente.....	38
4.8	RESUMEN DE LAS PRINCIPALES INTERCONEXIONES	39
CAPITULO V		40
ANALISIS DE SOLUCION		40
5.1	CALCULO HIRAUICO	40
5.1.1	Recepción de Biodiesel de camión cisterna, Succión y descarga de Biodiesel a tanques T1, T2 y T3	40
5.1.2	Datos de bomba de recepción de biodiesel	41
5.1.3	Descarga y mezcla de Biodiesel para despacho terrestre y marítimo ..	43
5.1.4	Datos de Bombas para despacho de Biodiesel.....	45
5.1.5	Resultados	45
5.2	CALCULO DE ESTRUCTURA DE PLATAFORMA DE RECEPCION DE BODIESEL 100	52
5.2.1	Metodología de cálculo	52
5.2.2	Normas y legislaciones aplicables	52
5.2.3	Consideraciones	52
5.3	CALCULO DE PLANCHA BASE DE ESTRUCTURA DE RECEPCION DE BODIESEL – METODO LRFD	54
CONCLUSIONES		58
RECOMENDACIONES		60
BIBLIOGRAFIA		61
PLANOS DE INGENIERIA DE DETALLE		62
APENDICE		63
PRESUPUESTO DE INVERSION		63
TABLAS DE CALCULO HIDRAULICO DE SISTEMAS DE TRANSFERENCIA DE BODIESEL.....		77
TABLAS DE CALCULO DE PLATAFORMA DE RECEPCION DE BODIESEL		90
NORMAS INTERNACIONALES		104

PROLOGO

El presente informe tiene el objetivo dar a conocer los procedimientos mecánicos para la implementación de un sistema de recepción de biodiesel puro (B100) para su proceso y mezcla con Diesel y así obtener las mezclas según reglamento para despacho de combustible biodiesel. En tal sentido la estructura del informe está dividida en seis capítulos que procedemos a explicar.

En el capítulo I se realiza una introducción al tema, haciendo referencia a la nueva reglamentación para despacho de biodiesel B2 y B5. Presenta también el objetivo de este proyecto, se hace una descripción general del proceso de producción de biodiesel. Se presenta la capacidad del proyecto, describiendo el volumen de ventas de años anteriores y la proyección del volumen de ventas para los siguientes 4 años.

En el Capítulo II se describe la base teórica para la elaboración de los cálculos que se van a realizar durante la ejecución del diseño.

En el capítulo III se explica el planteamiento del problema, indicando la contaminación debido al consumo de combustible diesel. Por ello se crea el reglamento para comercialización de combustible biodiesel y así reducir la emisión de gases a la atmosfera y mejorar el rendimiento del motor.

En el capítulo IV se detalla el plan estratégico para ventas de combustible biodiesel para los siguientes 4 años, haciendo un balance general para los casos de venta de Combustible B2 y Combustible B5. También se detallaran los equipos posibles utilizar para operación de sistema. Finalmente se hace una descripción

detallada de proceso desde la recepción hasta la venta de combustible Biodiesel B2 y B5.

En el capítulo V se presenta el análisis de la solución, donde se verificara los diámetros mediante cálculo hidráulico, cálculo de la estructura de recepción de biodiesel y ubicación de soportes en el sistema de tuberías. Para la realización de dichos cálculos se deberá tener en cuenta los estándares y las normas internacionales vigentes.

En el Capítulo VI se describen las conclusiones y las observaciones que se dan después de la realización del diseño.

Cabe recalcar que este trabajo se ha elaborado con el mayor esfuerzo y dedicación, basado en los conocimientos impartidos en esta mi Alma Mater, la Universidad Nacional de Ingeniería, los cuales me han permitido un accionar acertado en mi vida laboral y profesional.

CAPITULO I

INTRODUCCION

El presente informe comprende a las empresas pertenecientes al sector energético, subsector hidrocarburos cuya finalidad es la refinación del petróleo para producir derivados de esta, han decidido implementar un sistema de recepción de combustible orgánico para despacho de biodiesel B2 y B5 en el área de Planta de Ventas y Terminal marítimo, con el fin de adecuarse a lo establecido en el reglamento de la ley N° 28054 “Ley de promoción del mercado de biocombustibles” y el decreto supremo N° 021-2007-EM, El Peruano 20.04.2007, entre otros.

1.1 OBJETIVO

Adequar las actuales instalaciones de almacenamiento y despacho de diesel N° 2 para obtener mezclas de este producto con biodiesel B100, suministrado por terceros y venderlo a través de la planta de operaciones de despacho como diesel B2 o diesel B5.

1.2 INFORMACION GENERAL DEL PROCESO DE PRODUCCION DE BIODIESEL

El Biodiesel es un producto definido como un Ester Metílico de un ácido graso de cadenas largas (FAME: Fatty Acid Methil Ester), procedentes de alimentaciones de compuestos lípidos renovables, generalmente aceites de semillas vegetales.

El Biodiesel puede emplearse como combustible alternativo al gasóleo convencional en los motores diesel, tanto mezclado con Diesel normal derivado del petróleo, como puro aunque en este caso se requieren motores específicamente diseñados para este fin.

La palabra Bio indica que este Fuel es renovable y de fuentes biológicas en contraste con el Fuel tradicional derivado del petróleo, la palabra Diesel indica que se puede emplear en motores de encendido por compresión.

El Biodiesel B100, como alternativa al Diesel tradicional, presenta varias ventajas:

- Es un producto derivado de fuentes renovables y domésticas, ayudando su consumo a la disminución de importaciones.
- Es biodegradable y no tóxico.
- Reduce las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero) ya que el Dióxido de Carbono producido durante la combustión ha sido fijado de la atmósfera mediante la fotosíntesis.
- Presenta, además, ciertos beneficios en la calidad del aire ya que, por un lado, no produce prácticamente emisiones de dióxido de azufre (el contenido en azufre del biodiesel es inferior a 10 ppm), lo que previene la lluvia ácida, y por otro, disminuye la concentración de partículas en suspensión.

- Tiene un alto Punto de Inflamación (Flash Point 150 °C), lo cual lo hace menos volátil, y su transporte o manejo es más seguro que el Diesel tradicional.

Tabla 1.1 Composición de la mezcla

Biodiesel B100 % Vol.	Diesel N° % Vol.	Denominación (1)	Cronograma de Aplicación y Uso del Biodiesel
2	98	Dieŕsel B2	- Comercializable a partir de la vigencia del Reglamento de la Ley N° 28054 y obligatorio a partir del 01 de enero del 2009.
5	95	Dieŕsel B5	- Obligatorio a partir del 01 de enero del 2011.

1.3 CAPACIDAD DEL PROYECTO

En el periodo de Octubre 2006 a Diciembre 2007 el volumen de ventas de Diesel N°2 en Refinería a través de Planta de Operaciones Despacho fue de 16243 BPD por camión cisterna y 19447 BPD por buque.

Para el periodo 2008-2012 se estima que la venta será de 13930 BPD por camión cisterna y 18545 BPD por buque.

Para propósitos de almacenamiento de Biodiesel B100, se tomará en cuenta el volumen de venta promedio alcanzado en el periodo oct.-2006 a dic.-2007, que resulta ser mayor que la máxima venta estimada de Diesel N°2 según PE 2008-2012.

La capacidad de las nuevas bombas de inyección de B100 al Diesel y nuevos filtros micrónicos, está fijada por la capacidad máxima de despacho de Diesel N°2 en Planta de Operaciones Despacho cuando se expende este producto a través de los 7 brazos de despacho, cada uno con capacidad de 600 gpm.

La tubería de combustible de biodiesel B100 tendrá un recorrido aproximadamente de 400 metros desde la descarga de cisterna almacenándose en los tanques, continuando su recorrido hacia Planta de ventas (brazos de despacho existentes de diesel N° 2) y línea de succión de bombas de embarque para despacho por buque, ambos con un caudal aproximado 4.73 m³/h de Biodiesel B100 y 231.63 m³/h de diesel N° 2 para obtener biodiesel B2, dándose también 11.82 m³/h de Biodiesel B100 y 224.54 m³/h de Diesel N° 2 para obtener biodiesel B5.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 GENERALIDADES

Para poder realizar el diseño de transporte de hidrocarburos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Determinación del diámetro de la tubería, el cual depende fundamentalmente de las condiciones del proceso, es decir, del caudal, la velocidad y la presión del fluido.
- Selección de los materiales de la tubería con base en corrosión, fragilización y resistencia.
- Selección de las clases de "rating" de bridas y válvulas.
- Cálculo del espesor mínimo de pared (Schedule) para las temperaturas y presiones de diseño, de manera que la tubería sea capaz de soportar los esfuerzos tangenciales producidos por la presión del fluido.
- Establecimiento de una configuración aceptable de soportes para el sistema de tuberías.
- Selección del tipo de bomba a utilizar según requerimiento, realizando los cálculos tomando en cuenta el caudal del sistema, NPSH del sistema de succión y el tipo de fluido a bombear.

Las normas más utilizadas en el análisis de sistemas de tuberías son las normas conjuntas del American Estándar Institute y la American Society of

Mechanical Engineers ANSI/ASME B31.1, B31.3, etc. Cada uno de estos códigos recoge la experiencia de numerosas empresas especializadas, investigadores, ingenieros de proyectos e ingenieros de campo en áreas de aplicación específicas, a saber:

- B31.3 Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping.
- B31.4 Liquid Transportation System for Hydrocarbons, Petroleum Gas, Andhydrous Ammonia and Alcohols.
- B31.5 Refrigeration Piping.
- B31.8 Gas Transmission and Distribution Piping System.
- B31.9 Building Services Piping.
- B31.11 Slurry Transportation Piping System

En lo que concierne al diseño todas las normas son muy parecidas, existiendo algunas discrepancias con relación a las condiciones de diseño, al cálculo de los esfuerzos y a los factores admisibles.

2.2 DEFINICIONES TEORICAS

2.2.1 Calculo hidráulico de tuberías

Se usara la ecuación de balance de energía:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_f + h_s$$

$$h_f = \frac{fLV^2}{2dg}$$

$$h_s = \frac{kV^2}{2g}$$

Donde:

P_1, P_2 : Presión

V_1, V_2 : Velocidad

Z_1, Z_2 : Altura

h_f : Perdida primarias – rugosidad de tubería

h_s : Perdidas secundarias – por accesorios existentes

d : Diámetro interno

L : Longitud de tubería

Para diámetros menores o iguales a 10", la velocidad del fluido dentro de la tubería debe ser mayor a 1 m/s y menor a 1.5 m/s.

Para diámetros mayores a 12" y menores a 24", la velocidad del fluido dentro de la tubería debe ser mayor a 1.5 m/s y menor a 2.2 m/s.

Y para diámetros mayores a 24", la velocidad del fluido dentro de la tubería debe ser mayor a 2.0 m/s y menor a 2.5 m/s.

2.2.2 Presión de diseño

La presión de diseño no será menor que la presión a las condiciones más severas de presión y temperatura coincidentes, externa o internamente, que se espere en operación normal.

La condición más severa de presión y temperatura coincidente, es aquella condición que resulte en el mayor espesor requerido y en la clasificación ("rating") más alta de los componentes del sistema de tuberías.

Se debe excluir la pérdida involuntaria de presión, externa o interna, que cause máxima diferencia de presión.

2.2.3 Temperatura de diseño

La temperatura de diseño es la temperatura del metal que representa la condición más severa de presión y temperatura coincidentes. Los requisitos para determinar la temperatura del metal de diseño para tuberías son como sigue:

Para componentes de tubería con aislamiento externo, la temperatura del metal para diseño será la máxima temperatura de diseño del fluido contenido.

Para componentes de tubería sin aislamiento externo y sin revestimiento interno, con fluidos a temperaturas de 32°F (0°C) y mayores, la temperatura del metal para diseño será la máxima temperatura de diseño del fluido reducida.

2.2.4 Espesor de pared

El mínimo espesor de pared para cualquier tubo sometido a presión interna o externa es una función de:

El esfuerzo permisible para el material del tubo

- Presión de diseño
- Diámetro de diseño del tubo
- Diámetro de la corrosión y/o erosión

Además, el espesor de pared de un tubo sometido a presión externa es una función de la longitud del tubo, pues ésta influye en la resistencia al colapso del tubo. El mínimo espesor de pared de cualquier tubo debe incluir la tolerancia apropiada de fabricación.

En los códigos B31.1 y B31.3 esta ecuación es ajustada en dos sentidos:

Si se usa el diámetro interno d , se tendría:

$$\sigma_p = \frac{p \cdot d}{2t} = \frac{p(D - 2t)}{2t} = \frac{p \cdot D}{2t} - p$$

Si se usa el diámetro medio d_m , se obtendría:

$$\sigma_p = \frac{p \cdot d_m}{2t} = \frac{p(D - t)}{2t} = \frac{p \cdot D}{2t} - \frac{1p}{2}$$

Por último, si se usa el diámetro externo se tiene. Los códigos establecen que el esfuerzo por presión debe calcularse como:

$$\sigma_p = \frac{P \cdot D}{2t} - Y \cdot p$$

Donde Y es un factor que depende de la temperatura de diseño y del tipo de material. En la tabla 5 se muestra este factor para diversas temperaturas. Observe que en un amplio rango de temperaturas de diseño $Y = 0.4$, con lo cual la ecuación recomendada se acerca a la deducida utilizando el diámetro medio.

Tabla 2.1 Factor Y para $t < D/6$

Temperatura (°F)	<900	<950	<1000	<1050	<1100	<1150
Aceros ferríticos	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7
Aceros austeníticos	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
Otros materiales dúctiles	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Para que la tubería no falle por presión,

$$P < E \cdot S$$

Donde $S_p = ES$, es el esfuerzo admisible por presión, S es el esfuerzo admisible básico a la temperatura de diseño y E es el llamado factor de calidad. Este factor se interpreta, según sea el caso, como un factor de calidad de la función Ec para tuberías de hierro fundido o como un factor de calidad de la soldadura Ej., para tuberías de acero con costuras. Estos

factores de calidad están tabulados en los códigos para diferentes casos. Generalmente $E_c = 0.80$ y $0.60 < E_j < 1.0$

2.2.5 Diseño de soportes para tuberías

La selección y el diseño de soportes para tuberías es una parte importante en el estudio ingenieril de cualquier instalación de procesos industriales. Los problemas para diseñar tuberías para altas presiones y temperaturas, tienden a ser críticos en un punto donde es imperativo qué aspectos de diseño, tales como el efecto de cargas en soportes concentradas en estructuras, cargas sobre equipos conectados debido al peso de la tubería y tolerancias de los soportes respecto a tuberías y estructuras; sean tomados en consideración en las primeras etapas de un proyecto.

Existen métodos eficientes establecidos para ejecutar los trabajos requeridos para arribar a un diseño apropiado de soportes. A continuación se discutirán varios pasos involucrados en el diseño de soportes.

2.2.5.1 Recopilación de Información Básica

El primer paso involucrado en el diseño de soportes es determinar y obtener la cantidad necesaria de información básica antes de proceder a los cálculos y detalles de los soportes. El diseño no será completo si el ingeniero no tiene la oportunidad de revisar el equivalente a la siguiente información:

- Especificación del soporte, cuando sea disponible
- Un señalamiento completo de dibujos de tuberías
- Un señalamiento completo de estructuras

- Una especificación apropiada de tuberías y datos que incluyan: tamaño de la tubería, composición, espesor de pared, temperaturas y presiones de operación.
- Una copia de la especificación del aislante con su densidad
- Válvulas y accesorios especiales, indicando sus características (peso, dimensiones, etc.)
- Deflexiones de todas las conexiones de succión de equipos críticos como fondos de caldera, tambores de vapor, conexiones de tuberías, etc.

Tabla 2.2 Espaciado Sugerido entre Soportes

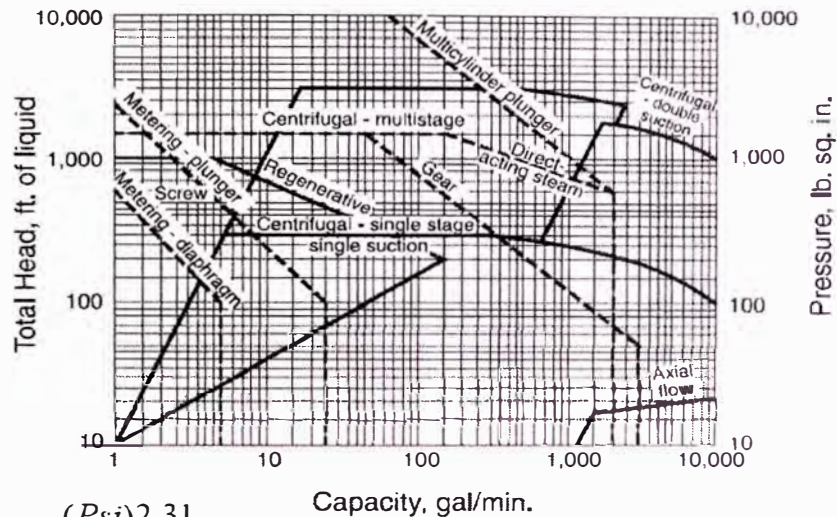
Ø Exterior	Pulg.	1	1 ½	2	2 ½	3	3 ½	4
	Mm	25,4	38,1	50,8	63,5	76,5	88,9	101,6
Espacio	Pies	7	9	10	11	12	13	14
	Mts.	2,134	2,743	3,048	3,353	3,658	3,962	4,267
Ø Exterior	Pulg.	5	6	8	10	12	14	16
	Mm	127	152,4	203,2	254	304,8	355,6	406,4
Espacio	Pies	16	17	19	22	23	25	27
	Mts.	4,877	5,182	5,791	6,706	7,01	7,62	8,23

Tabla 2.3 Separaciones Mínimas Verticales

Ubicación	Separación Mínima	
	Pies/Pulg.	mm
Sobre vías principales abiertas al tránsito libre (tales como la periferia de los límites del área de unidades de proceso)	20 pies	6100
Dentro de las áreas de unidades de proceso: encima de vías internas provistas para el acceso de equipo de mantenimiento y contra incendio.	16 pies	4880
Debajo de puentes de tubería donde el acceso es: <ul style="list-style-type: none"> • Requerido para equipos vehiculares • Requerido solamente para equipo de servicio portátil (temporal) 	12 pies 10 pies	3650 3050
Encima de pasarelas y plataformas elevadas	6 pies 9 pulg.	2050
Debajo de cualquier tubería a bajo nivel y sobre áreas pavimentadas o sin pavimentar	1 pie	300

2.2.6 Bombas

Grafico 2.1 Selección del tipo de bomba



$$H(\text{pies}) = \frac{(Psi)2.31}{\gamma_{\text{fluido}}}$$

2.2.6.1 Bombas de desplazamiento positivo

El funcionamiento consiste en incrementar la presión de un fluido; a través de la reducción del volumen de una cámara donde el fluido se encuentra encerrado. Se dividen en reciprocantes y rotativas:

2.2.6.2 Bombas centrifugas

Estos equipos poseen transforman la velocidad en presión, mediante el giro del impulsor. El líquido entra en el centro del impulsor, la fuerza centrífuga arrastra el fluido hacia la periferia por los alabes del impulsor, produciendo con esto el incremento de presión. Se utilizan para aplicaciones de alto caudal y para baja a media presión (Head).

2.2.6.3 Bomba turbina vertical

Estas bombas son normalmente diseñadas para operar en pozos o sumideros, el ensamble de sus tazones consiste

principalmente en una caja o campana de succión, una o más tazones de bomba y una caja de descarga. El número de estaciones (tazones) empleados es determinado por los requerimientos de la cabeza de la instalación. El ensamble de los tazones de la bomba es posicionado en el sumidero o en el pozo a la profundidad adecuada para proporcionar inmersión.

El eje de la bomba, común a todas las partes móviles de los tazones, proporciona la unión mecánica con el motor.

2.2.7 Estructuras de acero

El acero es la base de construcciones livianas, grandes o pequeñas, bellas y esculturales, que permite un trabajo limpio, planificado y de una rapidez sorprendente.

El acero mejora la destreza del operario y ayuda a la imaginación de los promotores de las construcciones a presentar interesantes propuestas.

Es el único material que disminuye su precio con los años y que mejora en su resistencia y formas.

2.2.7.1 Aceros Estructurales

De todos los tipos de acero que se pueden producir, los que más interesan para la construcción son los Aceros Estructurales, adecuados para resistir esfuerzos, los que deben seguir cuidadosamente las indicaciones de las normas de fabricación correspondientes. Los Aceros Estructurales que se usan en Ingeniería además de su calidad demandan economía. No hay construcción en Ingeniería que sea competitiva con el acero estructural caro.

Se van a seguir las Normas ASTM para la descripción de los diferentes Grados de Aceros que ofrece el mercado internacional, tanto para perfiles como para pernos y soldaduras.

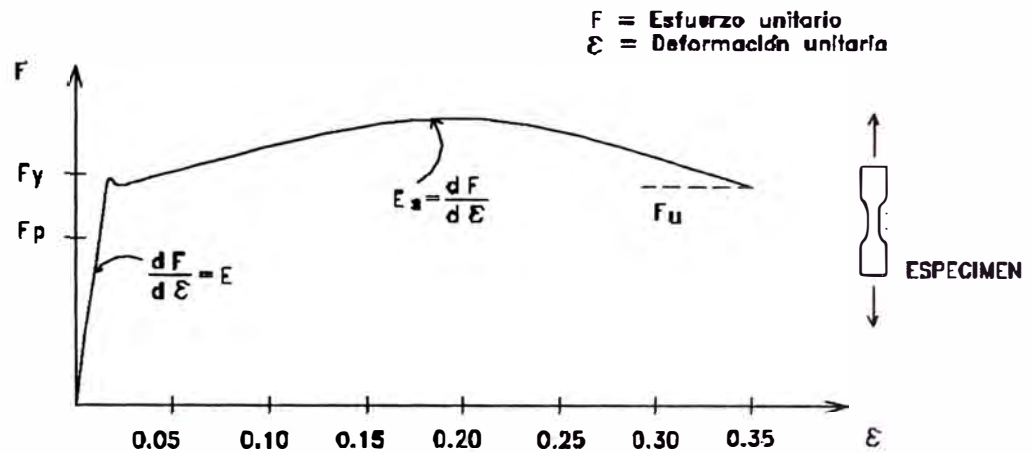
En un mundo cada vez más interrelacionado es conveniente emplear designaciones de material de alcance internacional para poder aprovechar la potencia de los más recientes desarrollos, en especial cuando se presentan nuevos conocimientos. Queda siempre al diseñador la obligación de utilizar el material nacional similar.

2.2.7.2 Propiedades Físico – Mecánicas del acero estructural

Para tener una idea de las características del comportamiento del acero en resistencia y deformación es necesario estandarizar un Ensayo Esfuerzo-Deformación de un espécimen en tracción, y los resultados mostrarlos en un diagrama. Se debe advertir que un ensayo similar para un espécimen de ensayo en compresión dará resultados muy parecidos.

La peculiaridad de estos ensayos es que son obtenidos a velocidad lenta y a temperatura ambiente como se espera que ocurra en la generalidad de los casos en la práctica. Resultados muy distintos se encontrarían si esas condiciones variaran.

Grafico 2.2 Curva esfuerzo unitario – deformación unitaria



- **Punto de Fluencia:** F_y , cuando se termina la proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones en un espécimen libre de esfuerzos residuales. Los aceros estructurales mantienen un rango definido de esfuerzo constante vs. deformación en este nivel de esfuerzo unitario.
- **Limite de proporcionalidad:** F_p , en ensayos con aceros no tratados térmicamente (recocido) y que son la mayoría, se observa que se pierde la proporcionalidad antes de llegar al Punto de Fluencia y ello se debe a la presencia de los llamados Esfuerzos Residuales que se generan en el elemento cuando éste se enfría luego de su laminado en caliente. Los esfuerzos residuales, que pueden ser de compresión o de tracción, se suman algebraicamente a los esfuerzos del ensayo y cambian el comportamiento esperado en el espécimen. Como hay estructuras que van a ser estudiadas en el rango elástico, es conveniente que se conozca el Limite de Proporcionalidad, así:

$$F_p = F_y - 705 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{perfiles laminados en caliente,}$$

$F_p = F_y - 1130 \text{ kg/cm}^2$ perfiles soldados

- **Resistencia a la Fractura:** F_u , el esfuerzo de falla del espécimen. ($F_u = 58 \text{ ksi}$ para Acero A36, $F_u = 4080 \text{ kg/cm}^2$).
- **Módulo en la Zona de Endurecimiento por Deformación:**
 E_s , aproximadamente 490000 Kg/cm^2 . Este endurecimiento final explica la resistencia encontrada en elementos de acero que han sobrepasado la zona plástica.
- **Ductilidad:** Propiedad del acero que permite que se deforme grandemente antes de fracturarse.
- **Módulo de Elasticidad: E,** la relación entre el esfuerzo y la deformación en el rango elástico. **$E = 29,500 \text{ ksi}$ (2100000 kg/cm^2)** para todos los aceros, cualquiera sea su Grado o aleación, por lo que se considera que es la característica que los agrupa y los diferencia apropiadamente.
- **Módulo en la Zona de Endurecimiento por Deformación:**
 E_s , aproximadamente 490000 Kg/cm^2 . Este endurecimiento final explica la resistencia encontrada en elementos de acero que han sobrepasado la zona plástica.
- **Relación de Poisson $\mu = e_t/e_l$,** se denomina a la relación entre la deformación transversal y la longitudinal del acero para un determinado rango de esfuerzos: **$\mu = 0.3$** . Se usa para definir el comportamiento de planchas cuando son sometidas a fuerzas de borde.
- **Módulo de Elasticidad en Corte: G,** Relación entre el esfuerzo en corte aplicado y la deformación correspondiente

en el rango elástico. De la teoría de elasticidad se conoce la siguiente relación:

$$G = E / [2(1+\mu)], G = 11,300 \text{ ksi (800000 kg/cm}^2\text{)}$$

- **Tenacidad del acero:** capacidad para absorber energía y se mide por el área encerrada dentro de la curva Esfuerzo-Deformación.
- **Densidad específica del acero:** 7.85
- **Soldabilidad:** capacidad del acero a ser soldado y depende de la composición química del material y es muy sensitiva al contenido del carbono en su masa. Hay aceros que no son soldables o difícilmente soldables, por lo que requieren un tratamiento especial.

Los aceros estructurales más conocidos son los Aceros al Carbono y son los más económicos; los denominados Aceros de Alta Resistencia tienen un Punto de Fluencia mayor pero son más caros y consiguen esa resistencia con la adición de otros elementos químicos y/o tratamientos.

Los Aceros al Carbono se dividen en cuatro categorías de acuerdo a la cantidad de carbono: *bajo carbono* (menos de 0.15%); *moderado carbono* (0.15-0.29%); *medio carbono* (0.30-0.59%); y *alto carbono* (0.6-1.7%). Los Aceros Estructurales están en la categoría de moderado carbono para asegurar que sean soldables.

Los Aceros de Alta Resistencia pueden estar dentro de las siguientes categorías: Aceros de Baja Aleación o Aceros Aleados.

Las Especificaciones ASTM reconocen 14 Grados de Acero en total. Entre de los aceros al Carbono, el más conocido es el A36, y entre

los aceros de Alta Resistencia, los aceros ASTM A242, A572 y A588. A continuación se da una Tabla con alguna de sus propiedades más significativas.

Tabla 2.4 Valores de esfuerzo de tipos de acero al carbono

Designación ASTM	F _y ksi (t/cm ²)	F _u ksi (t/cm ²)	Máximo espesor en planchas, in.	Uso en perfiles ASTM A6, grupos
A36	36(2.53)	58(4.08)	8	todos
A242	42 46 50	63 67 70	de 1.5 a 4 de 3/4 a 1.5 hasta 3/4	4,5 3 1,2
A572 Grado 42	42	63	hasta 6	todos
A572 Grado 50	50	65	hasta 4	todos
A572 Grado 60	60	75	hasta 1.25	1,2
A572 Grado 65	65	80	hasta 1.25	1

ksi: kip/in² t/cm²: toneladas/cm²

2.2.7.3 Uso de los Aceros Estructurales ASTM

- **A36:** Para propósitos generales en estructuras, especialmente de edificaciones, soldadas o empernadas.
- **A242:** Para puentes empernados o soldados, resistente a la oxidación.
- **A572:** Para perfiles estructurales, planchas, y barras para edificaciones empernadas o soldadas; puentes soldados sólo en los Grados 42 y 50.

2.2.7.4 Material para Pernos

En el mercado nacional se cuenta, a la fecha, con pernos denominados Grados 2, 5 y 8 y que corresponden a las designaciones ASTM A307, A325 y A490, respectivamente.

Pernos ASTM A307: El material tiene una resistencia de fractura de 60ksi (4200kg/cm²) y su uso está restringido a estructuras livianas donde no sea importante el deslizamiento en las juntas, ni donde haya vibraciones, y para miembros secundarios (correas, arriostres de elementos, etc.).

Pernos ASTM A325: El material es acero de contenido medio de carbono, templado y recocido, con un contenido máximo de 0.30% C.

Es el tipo de pernos que más se usa en estructuras de acero, en especial por su versatilidad ya que son adecuados para *juntas sin deslizamiento*. También se emplean en las uniones denominadas *contacto*.

Pernos ASTM A490: El material es acero de 0.53% de contenido de carbono, templado en aceite y recocido. Resistencia de fractura de 115 ksi a 130 ksi, de acuerdo al diámetro.

Tabla 2.5 Esfuerzos de pernos

Diámetros pulg.	F _u		F _y	
	ksi	(t/cm ²)	ksi	(t/cm ²)
1/2 a 1	120	(8.43)	92	(6.43)
1.1/8 a 1.1/2	105	(7.38)	80	(5.62)

2.2.7.5 Especificaciones AISC como reglamento de diseño

Instituto americano de la construcción en acero (AISC).
Fundado en 1912.

AISC está integrado por los productores de perfiles, por los usuarios y por individuos interesados en el desarrollo del acero como material para la construcción.

Desde 1921 ha presentado 11 ediciones de las especificaciones para el diseño, construcción y montaje de estructuras de acero para edificaciones".

Dos son los enfoques del diseño estructural en acero:

- "Diseño por esfuerzos permisibles", conocido por sus siglas ASD (allowable stress design).
- "Diseño por estados límites", conocido por sus siglas LRFD (load and resistance factor design).

Las versiones más recientes de los reglamentos que amparan estas dos filosofías de diseño fueron dadas a conocer en 1989 y 1986, respectivamente. El método ASD ya tiene más de 100 años de aplicación; con él se procura conseguir que los esfuerzos unitarios actuantes reales en los miembros estructurales sean menores que los esfuerzos unitarios permisibles, aconsejados por el reglamento.

Sin embargo, durante las dos últimas décadas, el diseño estructural se está moviendo hacia un procedimiento más racional basado en conceptos de probabilidades y denominándose "estado límite" aquella condición de la estructura en la cual cesa cumplir su función.

Los estados límites se dividen en dos categorías: Resistencia y Servicio. El primer estado tiene que ver con el comportamiento para máxima resistencia dúctil, pandeos, fatiga, fractura, volteo o deslizamiento. El segundo estado tiene que ver con la funcionalidad de la estructura, en situaciones tales como deflexiones, vibraciones, deformación permanente y rajaduras. Lo que se pretende, entonces,

es conseguir que la estructura no sobrepase los estados límites mencionados, pero como es imposible conseguir riesgo cero en la práctica, el diseñador se debe conformar con una probabilidad adecuada, basada ciertamente en métodos estadísticos, que se denominan "Métodos de Confiabilidad de momentos de primer orden-segundo orden" para no sobrepasar la resistencia de los elementos, que es lo que más preocupa al diseñador.

Tales métodos asumen que la Carga Q y la Resistencia R son variables aleatorias, como se muestran en la Fig. 1.12. Cuando R excede Q se tendrá un margen de seguridad, pero también puede darse el caso contrario $R < Q$ que se muestra en el área achurada, y que es el caso de Falla. Sería conveniente ahora, explicar el otro gráfico donde se muestra un dominio " $\ln(R/Q)$ vs. frecuencia"; se observa que cuando $R < Q$, el área achurada, el caso de falla, indica que la relación es menor a la unidad. La distancia de la media del $\ln(R/Q)$ es la llamada desviación estándar s . Sea b_2 un índice llamado índice de confiabilidad; cuando más grande sea b_3 , más seguridad habrá que R sea mayor que Q . Se procura ser consistente con b_5 , ajustándolo para los casos de resistencia de miembros o de sus conexiones y las posibles cargas; se ha creído conveniente valores de 2 a 4 para este índice.

Aceptando entonces este criterio de base estadística, se puede expresar el requerimiento de seguridad estructural como sigue:

$$\phi R_n \geq \sum \gamma \cdot Q_i$$

Donde la parte izquierda de la inequación representa la Resistencia del componente o sistema, y la parte derecha representa la Carga máxima esperada o sus máximos efectos. La Resistencia Nominal R_n es reducida por un factor menor que la unidad (Factor de Resistencia) para obtener la "Resistencia de Diseño" llamada también la "resistencia usable". Al otro lado de la inequación, las cargas son aumentadas por sus respectivo factor de servicio con el objeto de prever cualquier exceso en las mismas.

AISC-Diseño por Factores de Carga y Resistencia

Durante la última década ha ganado terreno en USA la adopción de esta filosofía de diseño (en Canadá desde 1974), en especial para el caso de las estructuras de acero, desde la divulgación de las Especificaciones AISC-86 (5) correspondientes y que están basadas en los siguientes criterios:

- Un modelo basado en probabilidades.
- Calibración de los resultados con los que se obtiene en el método ASD, con el objeto que las estructuras no sean muy diferentes entre ambos métodos.

El método LRFD tiene como antecedente, para los factores de mayorización de las cargas, los valores dados en 1982 por los Estándares ANSI. Dichos factores están relacionados con el tipo de carga y en especial con la Combinación de Carga a considerar.

A continuación se da una Tabla donde se muestran las diversas combinaciones con la numeración AISC respectiva. Se le adiciona un comentario para indicar, en la combinación

correspondiente, la posible ocurrencia del tipo de carga esperado, en la vida útil de la estructura.

Tabla 2.6 Combinaciones de carga según LRFD

Fórmula AISC-LRFD	Combinación de Carga	Máxima posibilidad de carga en la vida útil de 50 años
(A4.1)	1.4 D	Carga muerta D durante la construcción
(A4.2)	1.2 D + 1.6 L + 0.5 (S ó L _r ó R)	Carga viva L
(A4.3)	1.2 D + 1.6 (L _r ó S ó R) + (0.8 W ó 0.5 L)	Carga en el techo
(A4.4)	1.2 D + 1.3 W + 0.5 L + 0.5 (L _r ó S ó R)	Carga de viento W aditiva a la carga muerta
(A4.5)	1.2 D + 1.5 E + (0.5 L ó 0.2 S)	Carga de sismo aditiva a la carga muerta
(A4.6)	0.9 D - (1.3 W ó 1.5 E)	W ó E opuesta a la carga muerta

S = Carga de nieve; L_r = carga viva sobre el techo; R = carga inicial de lluvia en techos planos cuando falla el desagüe.

D, L, L_r, S, W, E son las cargas de servicio establecidas por los reglamentos. Luego de aplicadas las combinaciones anteriores se tienen los efectos máximos últimos Q que intervienen en los estados límites.

Se debe considerar, para efectos del diseño estructural, la combinación de cargas que origine los mayores resultados, es decir la combinación que produzca la mayor sollicitación a la estructura en general o al miembro en particular. Se debe encontrar la envolvente de esfuerzos internos, ya sea por flexión, corte, acciones normales, de tracción o compresión, así como de los esfuerzos combinados. Al mencionar esfuerzos en el método LRFD, se advierte no confundir con los llamados esfuerzos unitarios que se dan en el método ASD.

Esfuerzos son las acciones internas que se generan en los miembros y que requieren un tipo definido de resistencia.

CAPITULO III

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la Refinería comercializa entre otros combustibles Diesel N2 en el área de planta de ventas. A consecuencia de ello, los vehículos que consumen dicho combustible contaminan el medio ambiente emitiendo gases (dióxido de carbón) que produce el efecto invernadero y dióxido de azufre que produce la lluvia acida.

Para disminuir la contaminación se crea la Ley N 28054 “Ley de promoción del mercado de biocombustibles”, en donde se plantea el consumo de biocombustibles B2 y B5, la cual se reduciría la emisión de gases tóxicos evitándose el efecto invernadero, y también se reduciría la emisión de dióxido de azufre (10 ppm en combustible biodiesel) y por ende se previene la lluvia acida. Por otro lado el consumo de biodiesel disminuye la concentración de partículas en suspensión.

El consumo de biodiesel B2 y B5 presenta ciertas ventajas en cuanto al rendimiento del motor, ya que mejora la lubricidad y presenta mayor eficiencia en la combustión.

Por ello se tiene que implementar un sistema de recepción de Combustible orgánico para su almacenamiento y mezcla con combustible diesel N2 para venta final en las estaciones de servicio y Terminal marítimo.

Para la realización del diseño se tendrá que inicialmente que ubicar la plataforma de recepción para el cisterna pueda ingresar (radio de giro del camión

cisterna), y el Recorrido del sistema de tuberías, verificando que no tenga cruces con plataformas o en todo caso se tendrá que modificar las plataformas y/o otras tuberías. Tomando en cuenta el montaje para la construcción.

Ubicación de soportes para no sobrecargar la tubería debido a los accesorios (válvulas, etc.) y el fluido a transportar. Se adecuara la ubicación de las válvulas para que sean de fácil operación.

Optimo recorrido de tuberías para no utilizar demasiado material y no aumentar los costos del proyecto, y considerar puntos de drenajes y venteos adecuados para el sistema de tuberías.

Para el desarrollo de la ingeniería, se tiene previsto cumplir con el costo estimado y el tiempo establecido para el desarrollo del diseño, para ello se desarrollo un cronograma de trabajo de cada especialidad involucrada en el proyecto.

Se realizara un control semanal para llevar un seguimiento de cómo se viene desarrollando el proyecto y así poder tomar las medidas y cambios oportunos que no afecte la fecha de entrega del expediente técnico.

CAPITULO IV
PROPUESTA DEL SOLUCION

4.1 PLAN ESTRATEGICO

En el periodo de Octubre 2006 a Diciembre 2007 el volumen de ventas de Diesel N°2 de Refinería a través de Planta de Operaciones Despacho (camiones cisterna) y Terminal fue el que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.1 Cuadro comparativo de venta de Diesel 2

Venta de Diesel N°2 en el 2006-2007	
Camión Cisterna, BPD	16,243
Buque, BPD	19,447

El Plan Estratégico 2008-2012 estima las siguientes ventas de Diesel N°2 a través de Operaciones Despacho:

Tabla 4.2 Cuadro de proyección de venta de Diesel

Diesel N°2	Despacho por	2008	2009	2010	2011	2012
Lima, BPD	Camión Cisterna	13,400	13,681	14,014	14,179	14,379
Provincia, BPD	Buque	18,195	18,388	18,640	18,707	18,796

Para propósitos de diseño de los tanques de almacenamiento de Biodiesel B100, se tomará en cuenta el volumen de venta promedio alcanzado en el periodo oct.-2006 a dic.-2007, que resulta ser mayor que la máxima venta estimada de Diesel N°2 según plan estratégico 2008-2012.

La capacidad de las nuevas bombas de inyección de B100 al Diesel y nuevos filtros micrónicos, está fijada por la capacidad máxima de despacho de Diesel N°2 en Planta de Operaciones Despacho cuando se expende este producto a través de los 7 brazos de despacho, cada uno con capacidad de 600 gpm de combustible B2 requiere 2% (12 gpm de biodiesel) y B5 (30 gpm).

Usar 2 unidades de flujo volumétrico GPM para la hidráulica y zonas puntuales y BPD para los forecast (ventas).

4.2 MEZCLADO EN LINEA – BALANCE

Se sabe:

W_{BD} = Masa de Combustible B100

W_{D2} = Masa de Combustible Diesel 2

W_{mezcla} = Masa de mezcla de combustible

d_{BD} = Densidad de combustible B100

d_{D2} = Densidad de combustible Diesel 2

d_{mezcla} = Densidad de mezcla de combustible

V_{BD} = Volumen de combustible B100

V_{D2} = Volumen de combustible Diesel 2

V_{mezcla} = Volumen de mezcla de combustible

Entonces:

$$W_{BD} + W_{D2} = W_{mezcla}$$

$$D_{BD} \times V_{BD} + D_{D2} \times V_{D2} = D_{mezcla} \times V_{mezcla}$$

$$887 \times 2 + 851 \times 98 = D_{mezcla} \times 100$$

$$D_{mezcla} = 852 \text{ kg/m}^3$$

4.2.1 Casos de mezclas de biocombustibles

a) Caso Diesel B2

	Unidad	Entrada		Salida
		Biodiesel B100	Diesel N°2	Diesel B2
Composición	%Vol.	2.0	98.0	100.0
Caudal	kg/h	4,194	197,116	201,310
	m ³ /h	4.73	231.63	236
	bpd	714	34,976	35,690
Densidad	kg/m ³	887	851	852

b) Caso Diesel B5

	Unidad	Entrada		Salida
		Biodiesel B100	Diesel N°2	Diesel B5
Composición	%Vol.	5.0	95.0	100 0
Caudal	kg/h	10,484	191,082	201,566
	m ³ /h	11.82	224.54	236
	bpd	1,784	33,905	35,690
Densidad	kg/m ³	887	851	853

4.3 EQUIPOS DE PROCESO

4.3.1 Tanques de almacenamiento de biodiesel B100

Se propone utilizar los tanques existentes T1, T2 y T3, cuyas características se detallan en la tabla siguiente:

Tabla 4.3 Descripción de tanques de almacenamiento de Biodiesel

Descripción	T1	T2	T3
Techo	Cónico	Cónico	Cónico
Capacidad, bbl	3,500	3,500	10,000
Diámetro, ft	31	31	43
Altura, ft	30	30	42
Relación H/D	0.97	0.97	0.97
Boquilla de Entrada, plg	6	6	8
Boquilla de Salida, plg	8	8	10
Servicio Actual	Kerosene	Kerosene	Diesel N°2

La capacidad de estos tanques contempla las siguientes contingencias:

Tabla 4.4 Capacidad de tanques para almacenamiento de Biodiesel

Producto	Biodiesel B100 para preparar Diesel BX, bpd			Tanques			Cronograma de Aplicación y Uso del Biodiesel
	CC ¹	Buque	Total	TAG	Capacidad, Barriles	N° Días Inventario	
Diesel B2	325	389	714	T1 + T2	7,000	10	Comercializable a partir de la vigencia del Reglamento de la Ley N° 28054 (Ver Anexo I) y obligatorio a partir del 01 de enero del 2009.
Diesel B5	812	972	1,784	T1+T2 + T3	17,000	10	Obligatorio a partir del 01 de enero del 2011.

Los tanques son cilíndricos, atmosféricos verticales, fabricado en acero al carbono, pintado con esquema de pintura según estándar que sean de aplicación al Diesel N°2. En el cuerpo, además de las tubuladuras para entrada y salida de producto, tienen tubuladuras 4" para drenaje cada uno.

Cuentan, además, con la instrumentación asociada correspondiente:

- Transmisor de indicación de nivel.
- Interruptor de nivel con alarma de alto.
- Transmisor de temperatura.

Y otros elementos como: válvulas de expansión térmica en tubería, venteo atmosférico, anillo contra incendio y cámara de espuma, agitador (actualmente fuera de servicio), etc.

¹ CC: Camión cisterna

4.3.2 Bomba de Descarga de Biodiesel B100 del Camión Cisterna

Serán dos nuevas bombas (principal y suplente), de tipo centrífugo horizontal, construido según norma API, de caudal nominal 100 m³/h.

Los motores tendrán enclavamiento para la toma de tierra del camión cisterna y por baja aspiración. Tendrá protección antiexplosiva (Ex) e.

4.3.3 Contador de línea de descarga

Dado que el volumen de Biodiesel B100 será facturado de acuerdo al peso del camión antes y después de la descarga, se prescindirá de este equipo y del eliminador de aire respectivo.

4.3.4 Bombas de Alimentación de Biodiesel B100 al Mezclador

Serán tres centrífugas, horizontales, construidas según API, de caudal nominal 26.2 m³/h.

El motor será con protección antiexplosiva (Ex) e, y tendrá enclavamiento por baja presión en la aspiración. Su arranque y parada se manda desde el procesador del mezclador.

4.3.5 Pre-Filtros Micrónicos

Serán dos, titular y suplente, de 25 micrones de malla de retención y 150 psig de presión de diseño. Contarán con indicadores de presión diferencial y válvulas de seguridad.

4.3.6 Equipo Mezclador

Será del tipo ratio blending, compuesto por filtro, válvula de control, etc. Se integrará en el sistema de Acculoads² existentes para cada brazo de carga de Diesel (7 brazos).

4.4 DESCRIPCION DEL PROCESO

4.4.1 Descarga de Camión Cisterna

El Biodiesel B100, suministrado por el Cliente, será cargado a los tanques de almacenamiento desde el camión cisterna mediante una bomba centrífuga de 100 m³/h. Previamente el Biodiesel B100 debe haber sido analizado y aprobado por laboratorio en cuanto al cumplimiento de las especificaciones establecidas por la norma NTP 321.125-2007 (Biocombustibles).

La descarga se inicia con la llegada de un camión cisterna y será operada por el conductor quien conectará la cisterna a tierra, el brazo articulado correspondiente de descarga y abrirá la válvula del camión y la del circuito. El operador de la planta abrirá la válvula de impulsión de la bomba y el producto empieza a circular.

Al terminar la descarga, se sigue el proceso inverso. El operador cerrará la válvula de impulsión de la bomba, la válvula del circuito, y desconectará el brazo articulado y la toma de tierra.

² Accuload: controlador de despacho de combustibles (sistema de control de despacho BACH CONTROL automatizado).

4.4.2 Almacenamiento

El almacenamiento del Biodiesel B100 se realiza en tres tanques verticales, descritos en el punto 4.1, cuya construcción será de acuerdo con la Normativa de La Refinería y el Standard API-Std-650.

Como seguridad contra incendios, los tanques cuentan con cámaras de espuma y anillos contra incendios.

4.4.3 Sistema de Mezcla en Operaciones de Despacho

La salida de los tanques de Biodiesel B100, mediante tubería de 8", irá a la aspiración de tres bombas centrífugas (principal y reserva) cuya misión es impulsar el Biodiesel B100 al mezclador que lo inyecta a los 7 brazos de carga correspondiente de Diesel.

Estas bombas tienen un caudal unitario de $26.2 \text{ m}^3/\text{h}$ y su arranque y parada lo manda el equipo Accuload. El equipo mezclador consta de un Accuload, medidor de caudal, un filtro y una válvula de control. El Accuload, recibe la orden de actuación para mezclar en una determinada carga de producto en una cisterna. Le llegan los pulsos del contador del brazo y abre la válvula de control que lo comunica con el colector del brazo de carga. Esta válvula de control modula el flujo para obtener el porcentaje debido de la mezcla.

El contador de caudal mide el flujo continuo de Biodiesel B100. Este sistema se integrará en el control general del proceso de la Planta.

4.4.4 Sistema de Mezcla en Bombas de Embarque

Las bombas descritas en el punto 3.2.3 contarán con línea de descarga adicional de Biodiesel B100 de 6" que irá a la aspiración de las

bombas de embarque existentes en donde se mezclará con el Diesel N°2 para preparar el Diesel B2 o B5.

El caudal requerido para preparar el Diesel B2 o B5 será regulado mediante válvula de control de caudal en función de caudal de salida de los tanques de Diesel N°2 a embarcar (variación de nivel controlado por DCS).

4.5 PREPARACION DE TERRENOS

Sobre la base de que se utilizarán los tanques existentes T1 y T2 y T3 para el servicio de Biodiesel B100, no se requiere preparación de terrenos en este aspecto.

Se acondicionará un área específica de la Planta de Ventas (zona Norte) para el acceso y descarga del camión cisterna proveedor de Biodiesel B100 y para la instalación de las bombas de trasiego hacia los tanques de almacenamiento T1, T2 y T3. Para este fin deberá considerarse la instalación de las facilidades como drenajes, redes contra incendios, etc.

Además, se prevé la zona sur del patio de bombas de la Planta de Ventas para la ubicación de las dos bombas que enviarán Biodiesel B100 desde los tanques de almacenamiento T1, T2 y T3 hacia los brazos de descarga de Diesel en Planta de Operaciones Despacho y hacia las bombas de embarque.

4.6 CRITERIOS DE DISEÑO

Para el diseño se tuvo en cuenta el máximo volumen de ventas de Diesel N°2 despachado en Planta de Operaciones Despacho y Terminal durante el periodo 2006-2007.

Los criterios de diseño a considerar son:

- Los tanques de Biodiesel B100, pueden trabajar con el resto de las Unidades en línea, o en “batch” y el consumo de SS.AA., será para el caso limitante.
- Las bombas de inyección de Biodiesel B100, trabajarán siempre en línea.
- La capacidad mínima será del 40% para todos los equipos.
- El suministrador deberá informar sobre la calidad y cantidad previsto del Biodiesel B100 suministrado a la Refinería.

4.7 SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

4.7.1 Seguridad e Higiene Industrial

Las instalaciones del proyecto irán dotadas de las medidas de seguridad y protección que son habituales en la refinería y que básicamente incluye la extensión de la red de agua contra incendio en la Planta de Operaciones Despacho.

El Biodiesel B100 no contiene materiales químicamente peligrosos y no se considera como un compuesto tóxico.

El Biodiesel B100 se degrada en el ambiente aproximadamente cuatro v

es más rápido que el Diesel N°2.

4.7.2 Medio Ambiente

No se requiere efectuar Estudio de Impacto Ambiental para su presentación a la Autoridad competente.

No hay prevista generación de residuos sólidos en operación normal.

4.8 RESUMEN DE LAS PRINCIPALES INTERCONEXIONES

Tabla 4.5 Cuadro de interconexiones y se servicio para para sistema Biodiesel

SERVICIO	De	A	D
Biodiesel B100 a Tanque Almacenamiento	Descarga de bomba de camión cisterna de Biodiesel B100	Línea 8" recirculación	6"
	Línea 8" recirculación	Línea de 6" de entrada a Tq 11 A/B Boquilla de 8" de tq 28	6"
Biodiesel B100 a Planta de Ventas	Línea de 8" de salida a Tq 11 A/B.	Bomba de envío de Biodiesel B100 a Planta de Ventas	6"
	Línea de 8" de salida a Tq 28.	Bomba de envío de Biodiesel B100 a Planta de Ventas	6"
	Descarga de bomba de tanque de Biodiesel B100	A Planta de Ventas	6"
	Línea de 6" de Biodiesel B100 de Planta de Ventas	Brazos de despacho de Diesel N°2	2"
Biodiesel B100 a Terminales	Descarga de bomba de tanque de Biodiesel B100	Succión de bombas de embarque 35P2A/B/C	6"
Servicios			
Aire Instrumentos	Colector		2"
Vapor de baja presión	Colector		2"

CAPITULO V

ANALISIS DE SOLUCION

5.1 CALCULO HIRAUICO

Se presentaron los siguientes casos:

5.1.1 Recepción de Biodiesel de camión cisterna, Succión y descarga de Biodiesel a tanques T1, T2 y T3

Grafico 5.1 Diagrama de recepción de Biodiesel B100

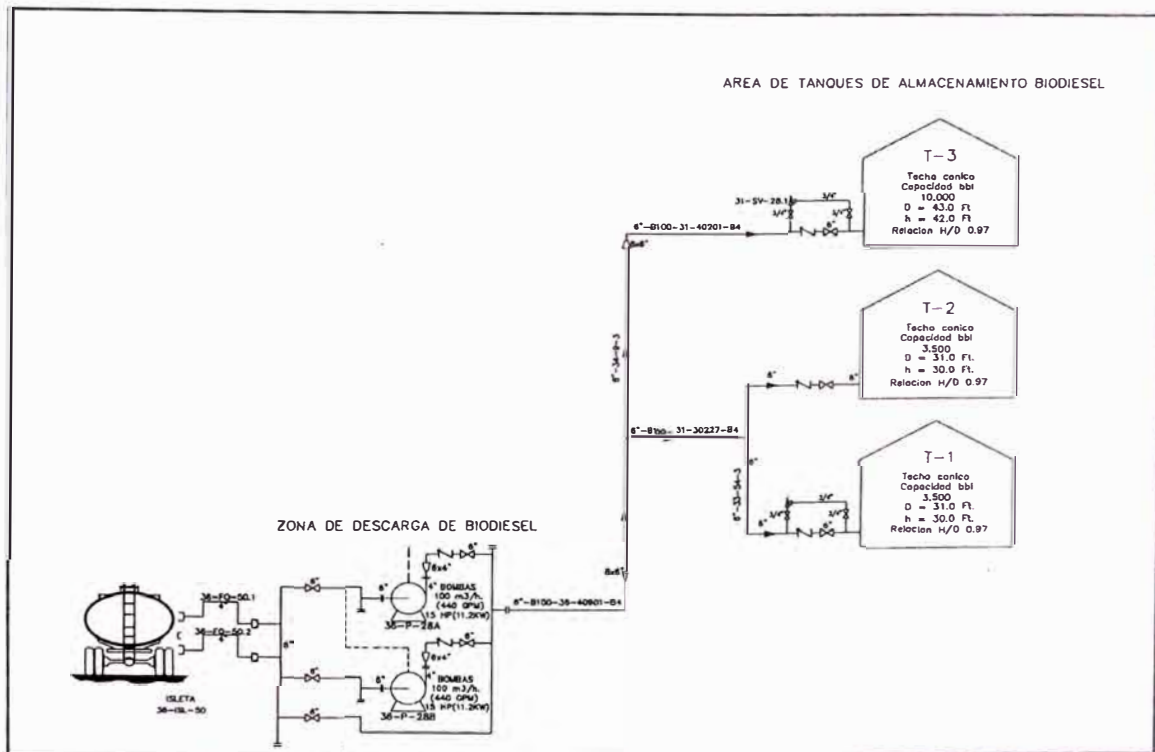
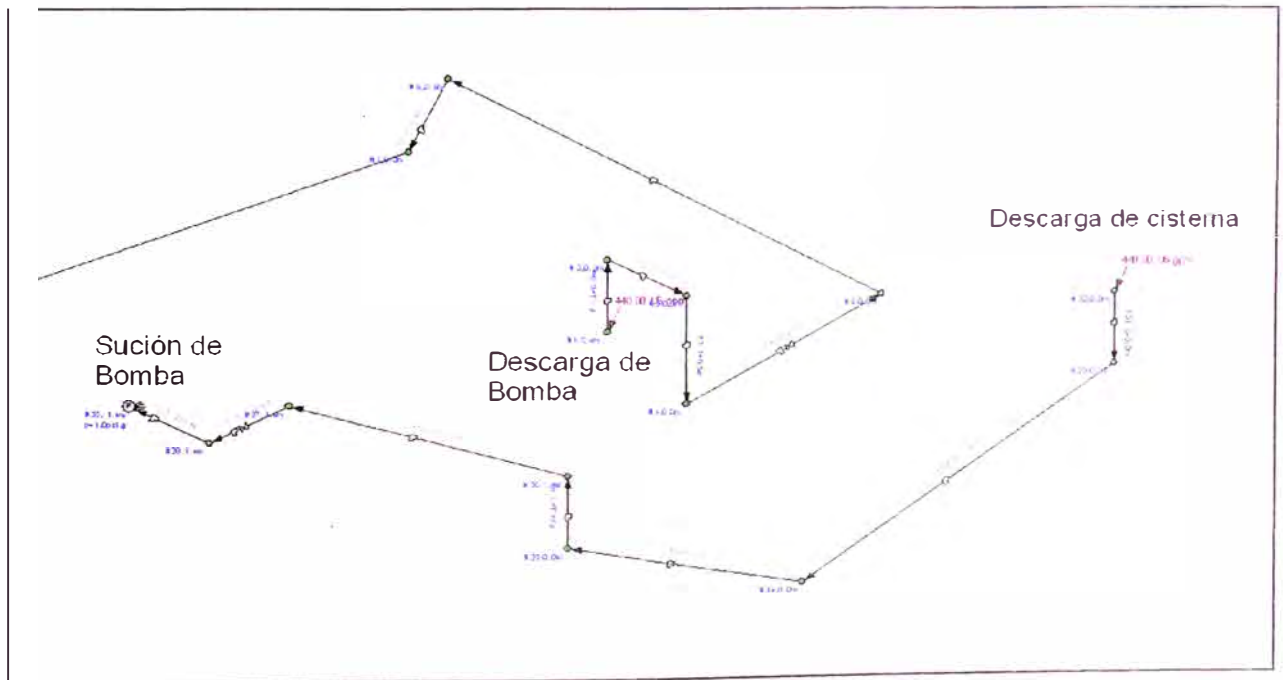


Tabla 5.1 Consideraciones de Recepción

RECEPCION DE BIODIESEL B-100					
ITEM	Evento	Ocurrencia	Bomba	Desde	Hasta
1	Descarga	Frecuente	Titular	Camión Cisterna - Isla de Descarga	Tanque T-1
2	Descarga	Frecuente	Titular	Camión Cisterna - Isla de Descarga	Tanque T-3
3	Descarga	Esporádica	Titular+Suplente	Camión Cisterna - Isla de Descarga	Tanque T-1
4	Descarga	Esporádica	Titular+Suplente	Camión Cisterna - Isla de Descarga	Tanque T-3

Grafico 5.2 Esquema de recepción de Combustible B100 (bombas)



5.1.2 Datos de bomba de recepción de biodiesel

Bomba centrífuga horizontal de 100 m³/h

Marca: Gould Pumps

Modelo: 3700 SX

Tamaño: 4 x 6 – 9S

Grafico 5.3 Curva característica

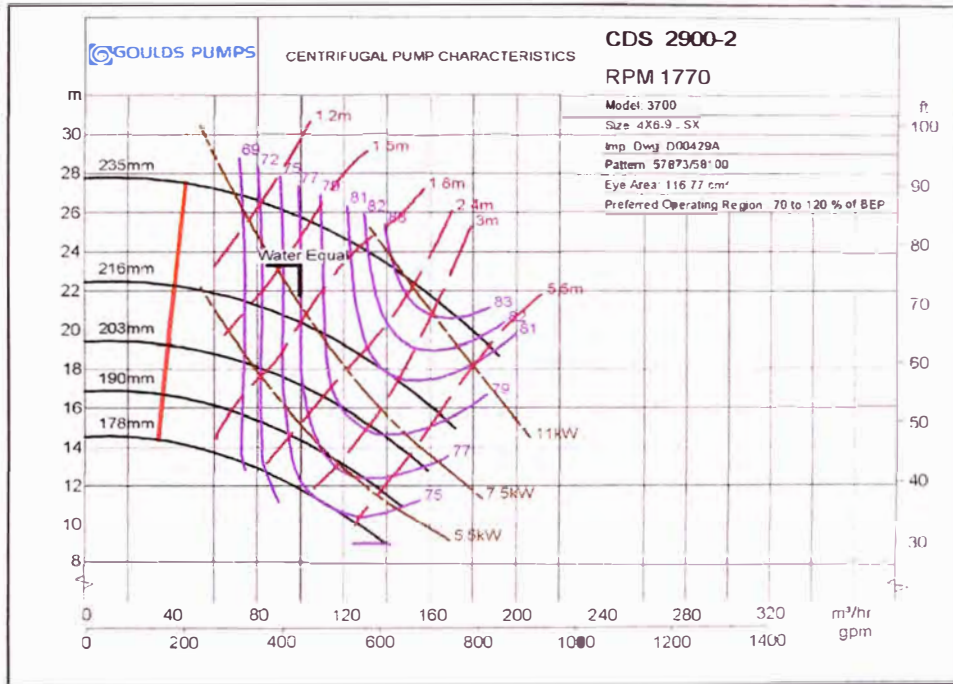
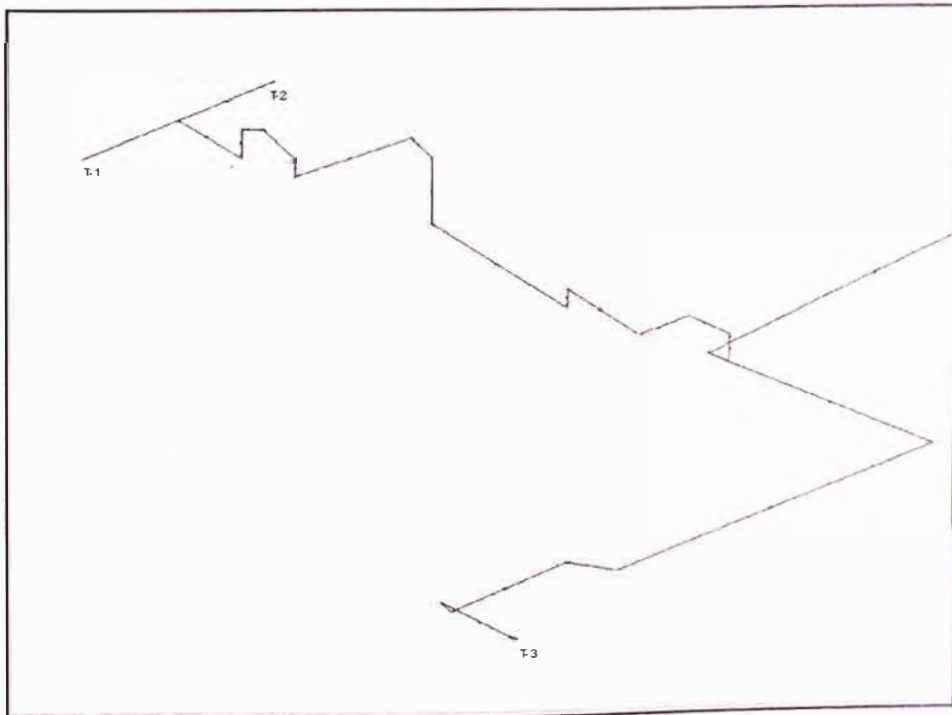


Grafico 5.3 Esquema de recepción de Combustible B100 (tanques)



5.1.3 Descarga y mezcla de Biodiesel para despacho terrestre y marítimo

Grafico 5.4 Diagrama de descarga y mezcla de Biodiesel

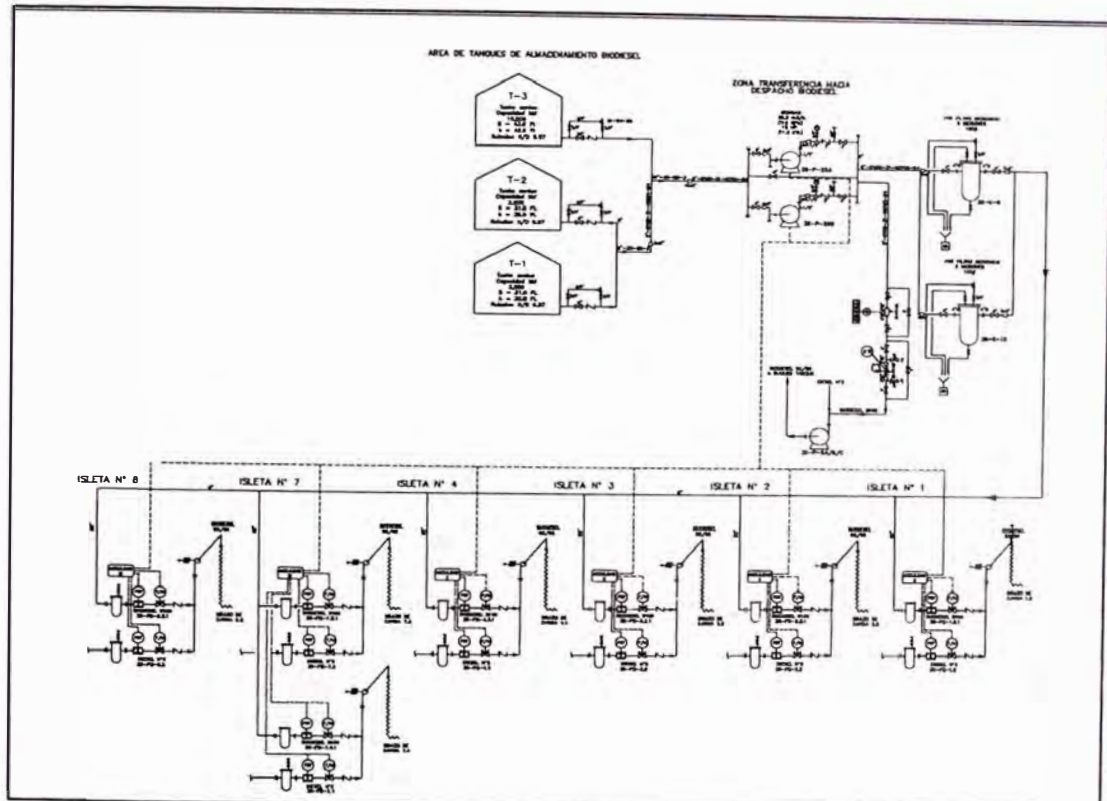


Tabla 5.2 Consideraciones de despacho

DESPACHO DE BIODIESEL B-100					
ITEM	Evento	Ocurrencia	Bomba	Desde	Hasta
1	Despacho	Frecuente	Titular	Tanque T-1	Buque
2	Despacho	Frecuente	Titular	Tanque T-1	Isla I1
3	Despacho	Esporádica	Titular	Tanque T-1	Isla I7
4	Despacho	Esporádica	Titular+Suplente	Tanque T-1	Islas
5	Despacho		Titular+Suplente	Tanque T-1	Islas + Buque
6	Despacho	Frecuente	Titular	Tanque T-3	Buque
7	Despacho	Frecuente	Titular	Tanque T-3	Isla I1
8	Despacho	Esporádica	Titular	Tanque T-3	Isla I7
9	Despacho	Esporádica	Titular+Suplente	Tanque T-3	Islas
10	Despacho	Esporádica	Titular+Suplente	Tanque T-3	Islas + Buque

El despacho de Biodiesel también se analizará con el caso más crítico de despacho. El caso 2 será el más crítico debido a su recorrido y menor presión.

Grafico 5.5 Esquema general de despacho de Biodiesel

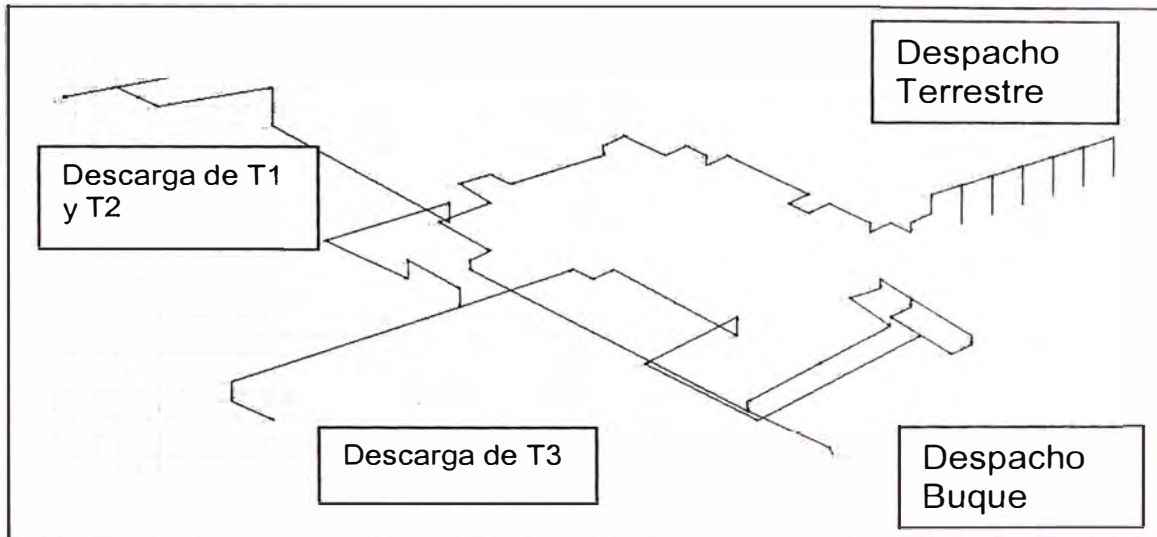
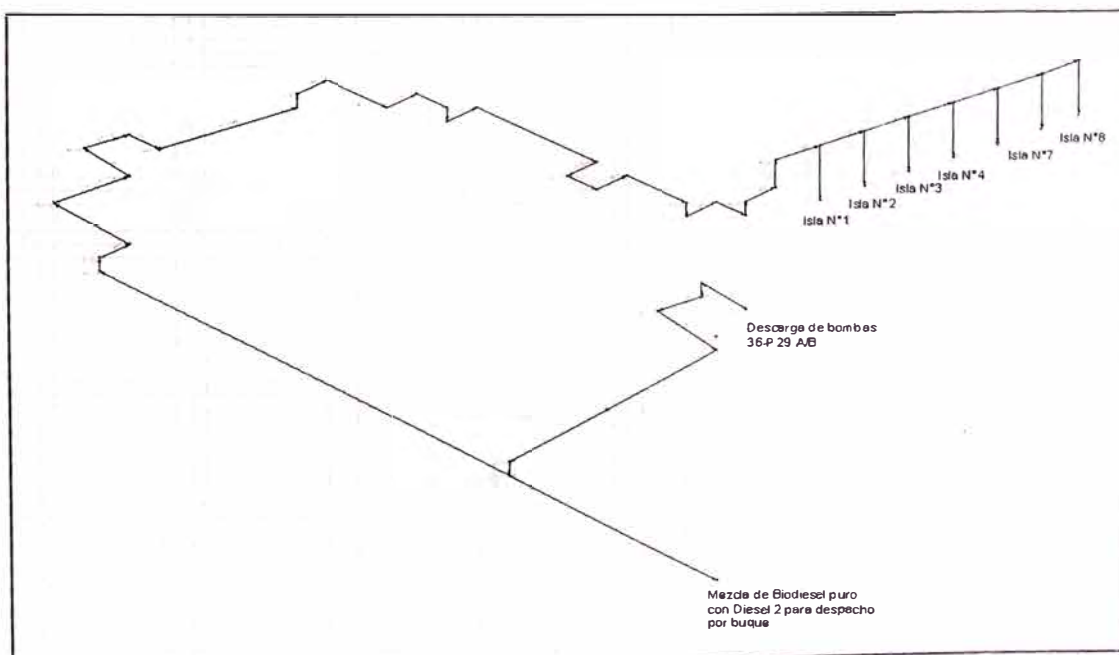


Grafico 5.6 Esquema de descarga de Combustible B100 hacia despacho terrestre y marítimo



5.1.4 Datos de Bombas para despacho de Biodiesel

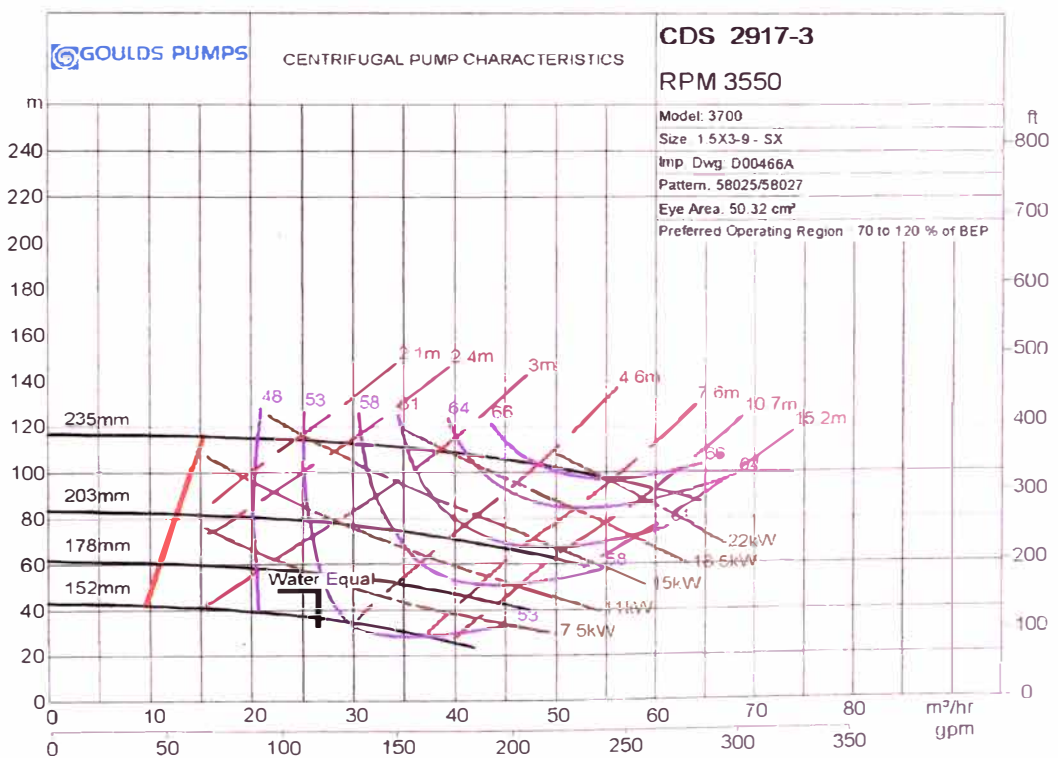
Bomba centrífuga horizontal de 26 m³/h

Marca: Gould Pumps

Modelo: 3700 SX

Tamaño: 1.5 x 3 – 9S

Grafico 5.7 Curva característica



5.1.5 Resultados

5.1.5.1 Recepción de Biodiesel

Para la recepción de biodiesel se considero como el caso crítico de operación la que corresponde al llenado de tanque T-3 (Caso 2), que se encuentra más alejado desde la recepción del biocombustibles B11, por lo que tendrá mayor recorrido de tubería y por lo tanto aumentaran las pérdidas.

Se considero el tanque T-3 lleno casi en su totalidad para tener presión en la boquilla de carga y comprobar el almacenamiento de combustible en su nivel máximo, así como el nivel de cisterna (nivel bajo) para un mejor calculo en lo que respecta a presión de bombeo.

Teniendo en cuenta las condiciones de recepción de Biocombustibles B100, se realizo el análisis para la verificación de la operación correcta del sistema.

Datos:

Densidad de mezcla: 852 kg/m^3

Longitud de tramo de tubería de 6": 35.376 metros ($f=0.002$)

Longitud de tramos de tubería de 8": 22.909 metros

Codos 90° 6": 3 ($k= 0.45$)

Codos 45° 6": 1 ($k=0.24$)

Válvula 6": 1 ($k=0.12$)

Codos 90° 8": 1 ($k= 0.42$)

Tee 8": 1 ($k=0.28$)

Reducción 8"x6": 1 ($k=0.27$)

$Z_2 - Z_1 = 0.971$ metros

Caudal: 440 gpm ($100 \text{ m}^3/\text{h}$)

Entonces:

a) Velocidad en la tubería 8":

$$Q = VA$$

$$V = \frac{100 \times 4}{3600 \times 3.1416 \times (7.981 \times 0.0254)^2}$$

$$V = 0.86 \text{ m/s}$$

Numero de Reynolds:

Viscosidad dinámica: 4 cP (4×10^{-3} kg/m.s)

$$R_e = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$R_e = \frac{852 \times 0.86 \times 7.981 \times 0.0254}{0.004}$$

$$R_e = 37134 \text{ Turbulento}$$

Ahora:

$$\varepsilon/D = 0.000225$$

Proyectando en el diagrama de Moody

$$f=0.016$$

Calculamos las perdidas primarias y secundarias

Perdidas primarias:

$$h_f = \frac{0.016 \times 22.9 \times 0.86^2}{2 \times 7.981 \times 0.0254 \times 9.81}$$

$$h_f = 0.0681$$

Perdidas secundarias:

$$h_s = \frac{0.86^2 (0.42 + 0.28 + 0.27)}{2 \times 9.81}$$

$$h_s = 0.086$$

Perdidas totales:

$$h_T = h_f + h_s$$

$$h_T = 0.068 + 0.086$$

$$h_T = 0.154 \text{ m.}$$

b) Velocidad en la tubería 6":

$$Q = VA$$

$$V = \frac{100 \times 4}{3600 \times 3.1416 \times (6.065 \times 0.0254)^2}$$

$$V = 1.49 \text{ m/s}$$

Numero de Reynolds:

Viscosidad dinámica: 4 cP (4×10^{-3} kg/m.s)

$$R_e = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$R_e = \frac{852 \times 1.49 \times 6.065 \times 0.0254}{0.004}$$

$$R_e = 48891 \text{ Turbulento}$$

Ahora:

$$\varepsilon/D = 0.0003$$

Proyectando en el diagrama de Moody

$$f = 0.016$$

Calculamos las perdidas primarias y secundarias

Perdidas primarias:

$$h_f = \frac{0.016 \times 35.37 \times 1.49^2}{2 \times 6.065 \times 0.0254 \times 9.81}$$

$$h_f = 0.415 \text{ m.}$$

Perdidas secundarias

$$h_s = \frac{1.49^2 (3 \times 0.45 + 3 \times 0.24 + 0.12)}{2 \times 9.81}$$

$$h_s = 0.248 \text{ m.}$$

Perdidas totales:

$$h_T = h_f + h_s$$

$$h_T = 0.415 + 0.248$$

$$h_T = 0.663 \text{ m.}$$

Calculamos la caída de presión reemplazando en la ecuación de balance de energía

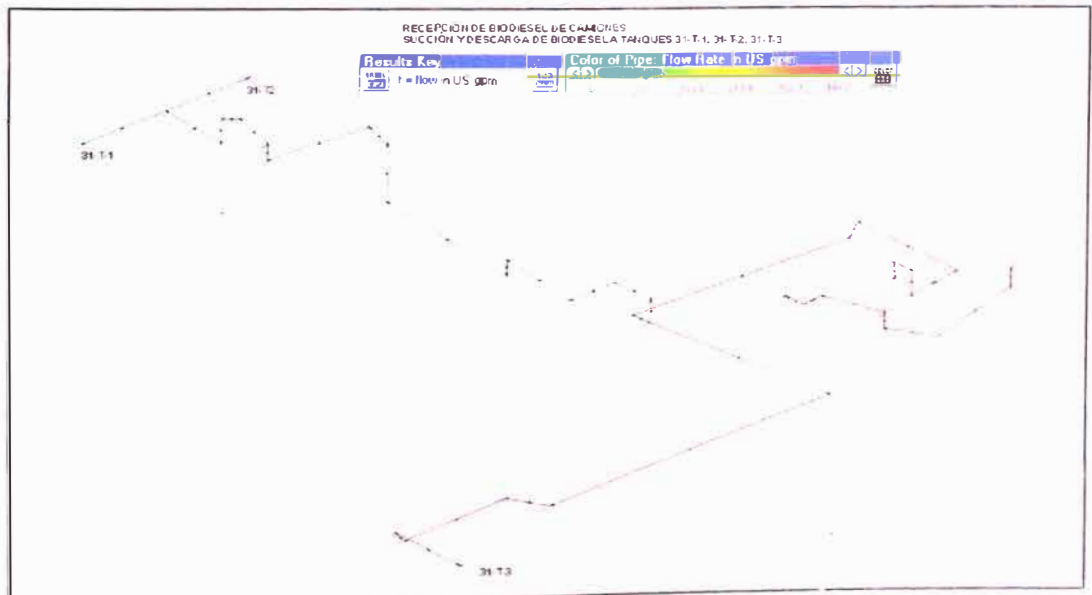
$$\frac{P_1}{852 \times 9.81} + \frac{0.86^2}{2 \times 9.81} = \frac{P_2}{852 \times 9.81} + \frac{1.49^2}{2 \times 9.81} + 0.971 + 0.663 + 0.154$$

$$\frac{P_1 - P_2}{852 \times 9.81} = \frac{1.49^2 - 0.86^2}{2 \times 9.81} + 1.788$$

$$P_1 - P_2 = 15.575 \text{ kPa (2.25 psig)}$$

Se puede observar que en el tramo calculado habrá una caída de presión de 2.25 psig aproximadamente, lo que indica que es correcto utilizar los diámetros considerados en el cálculo.

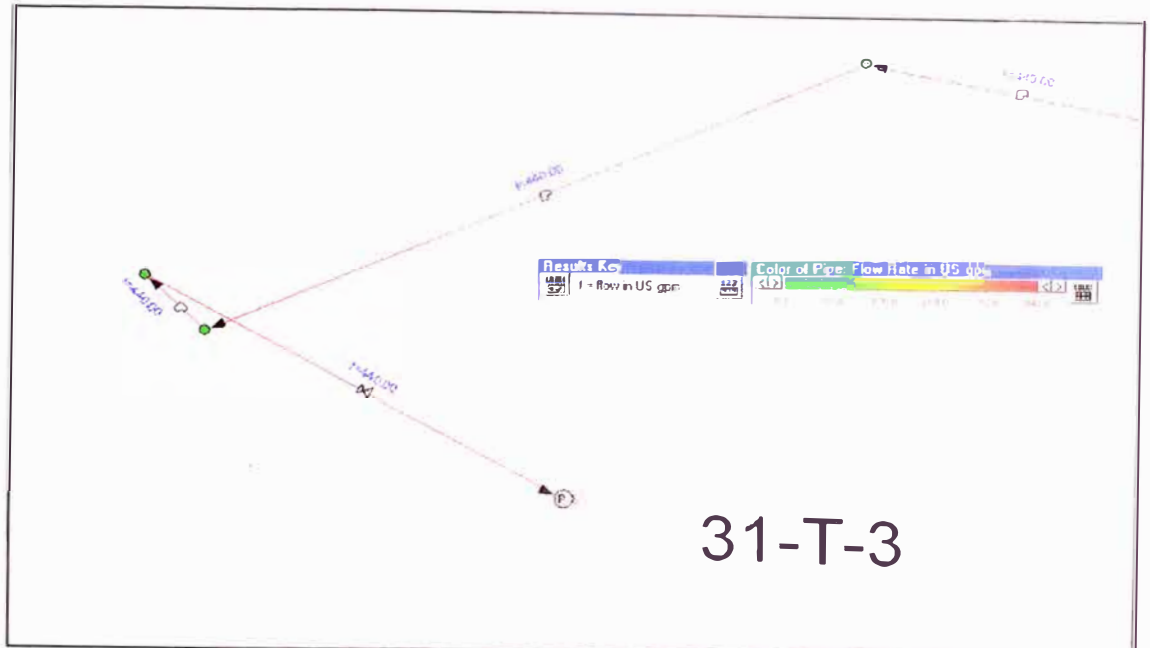
Grafico 5.8 Ratio de colores de flujo del sistema en operación



Para las condiciones de operación establecidas inicialmente, aplicando la ecuación de cálculo hidráulico de Darcy – Weisbach y de Colebrook – White, el sistema de despacho por buque tendrá un caudal en la descarga de las bombas 36-P28 A/B de 100 m³/h (440

gpm), para el llenado de tanque T-3 con una presión de 103 kPa (15 psi).

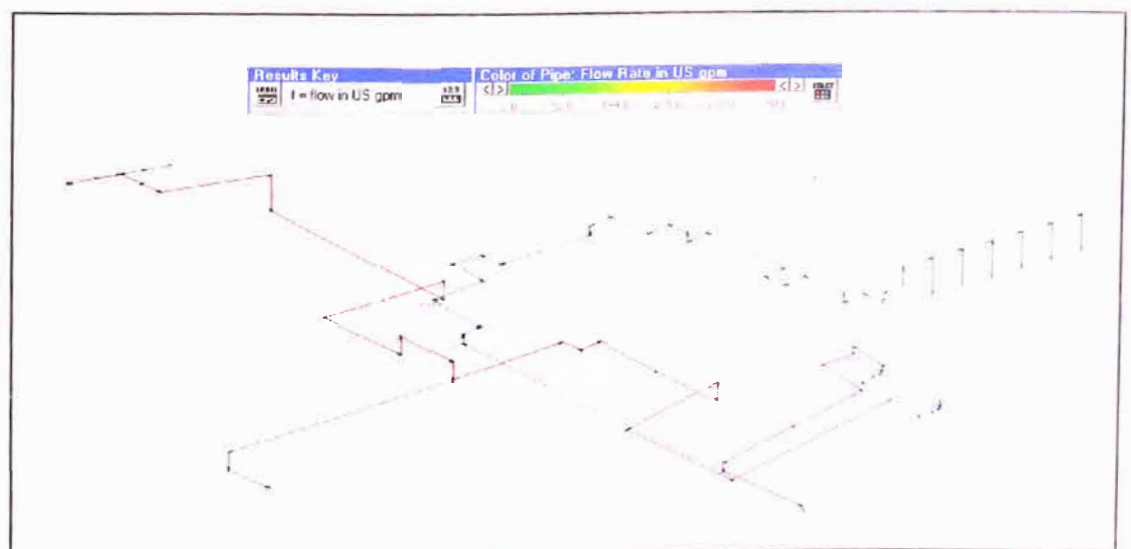
Grafico 5.9 Recepción de Biocombustibles B11 en tanque T-3



5.1.5.2 Despacho de Biodiesel

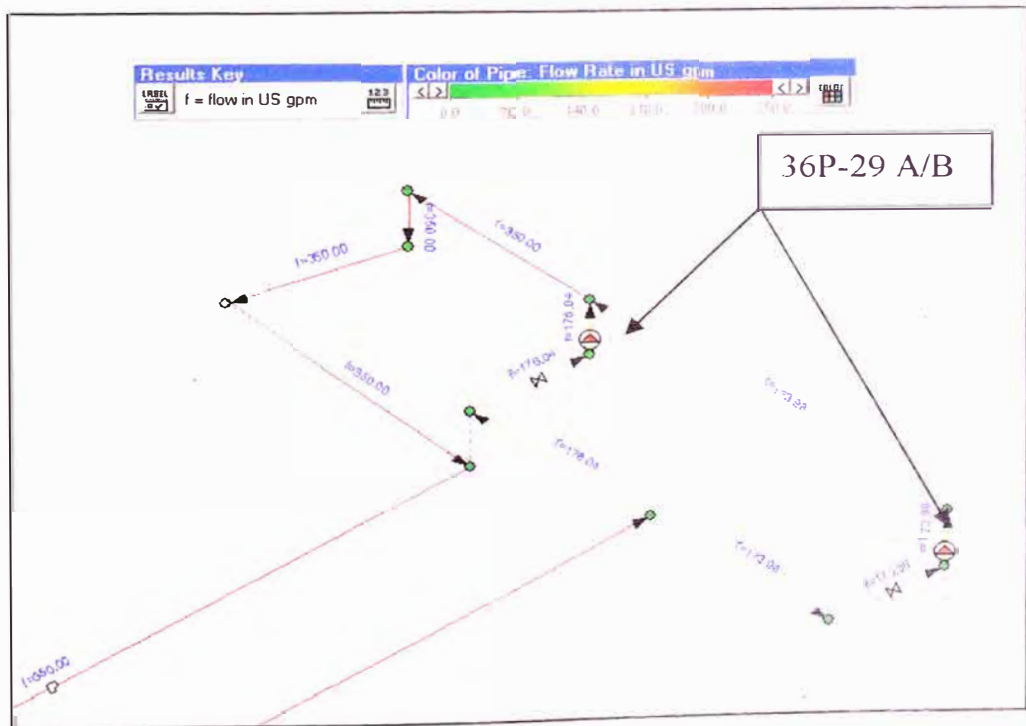
Teniendo en cuenta que la etapa crítica de despacho es por buque, se realizó el análisis para la verificación de la operación correcta del sistema.

Grafico 5.10 Ratio de colores de flujo del sistema en operación



Para las condiciones de operación establecidas inicialmente, aplicando la ecuación de cálculo hidráulico de Darcy – Weisbach y de Colebrook – White, el sistema de despacho por buque tendrá un caudal en la descarga de las bombas 36-P29 A/B de $24 \text{ m}^3/\text{h}$ (106 gpm) y $25 \text{ m}^3/\text{h}$ (109 gpm) respectivamente para mezclar con línea de 12” existente de Diesel con un caudal de $49 \text{ m}^3/\text{h}$ (215 gpm) y una presión de 483 kPa (70 psi).

Grafico 5.11 Succión y Descarga de Bombas 36P-29 A/B de despacho de Biodiesel



5.2 CALCULO DE ESTRUCTURA DE PLATAFORMA DE RECEPCION DE BIODIESEL 100

5.2.1 Metodología de cálculo

El cálculo de la estructura se inicio seleccionando perfiles estructurales de acuerdo a los requerimientos mínimos de diseño indicados en las normas y especificaciones, luego se verifico si los perfiles estructurales seleccionados eran adecuados para soportar las cargas a los cuales quedara sometida la estructura.

5.2.2 Normas y legislaciones aplicables

Para el proceso de cálculo de esfuerzos a los que estará sometida la configuración de la estructura se ha seleccionado los siguientes estándares, normas y legislaciones aplicables:

- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- ASCE 7-95 (Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures).
- UBC 97 (Uniform Building Code).
- LRFD 93 (Load and Resistance Factor Design Specification).

5.2.3 Consideraciones

El cálculo se realizo teniendo en cuenta las normas nacionales e internacionales.

5.2.3.1 Cargas

Se tuvo en cuenta las siguientes cargas:

- Carga Muerta (D): El propio peso de la estructura.
- Carga viva (L): Según RNE para estructuras

- Carga Sísmica (E): Según RNE y UBC 97.
- Carga de viento (W): Según RNE y ASCEE
- No se tomo en cuenta para el cálculo la siguiente carga.
- Carga de Nieve: Por encontrarnos en la ciudad de Lima.

Con cargas a utilizar se realizaran las combinaciones de acuerdo a norma obteniendo como resultado una mayor solicitud de cálculo para la combinación D+L.

5.2.3.2 Perfiles Estructurales

Los perfiles utilizados serán de acero al carbono ASTM A-36 con dimensiones según norma internacional (AISC).

5.2.3.3 Cálculo de estructura metálica

Grafico 5.12 Modelo Tridimensional de estructura de recepción de B100

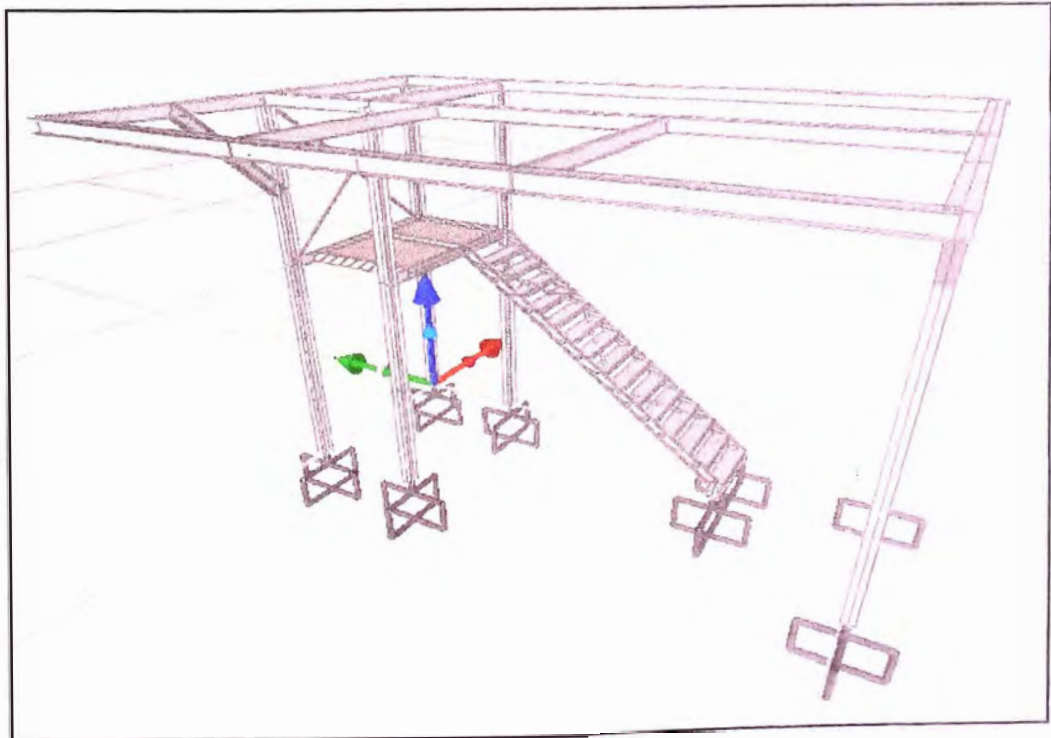
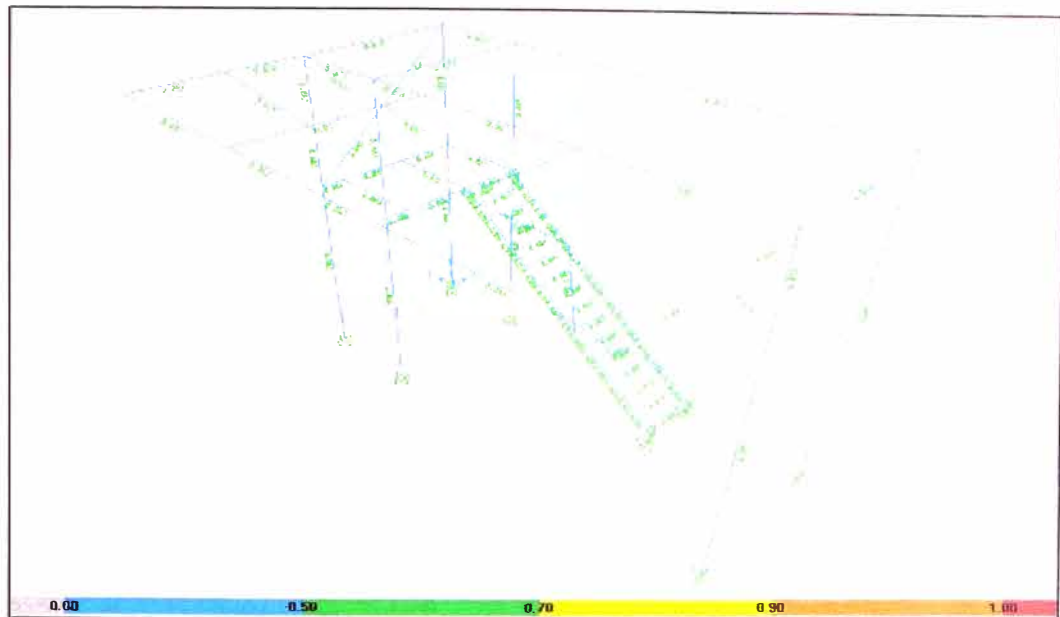


Grafico 5.13 Ratio de esfuerzos en estructura



CUADRO DE COLORES (RATIO DE ESFUERZOS) RATIO= DEMANDA / CAPACIDAD

5.3 CALCULO DE PLANCHA BASE DE ESTRUCTURA DE RECEPCION DE BIODIESEL – METODO LRFD

Datos:

Carga muerta: 598 kg

Carga viva: 515

Carga de Sismo: 237 kg

Momento muerto: 93696 kg.mm

Momento vivo: 56297 kg.mm

Momento sismo: 118369 kg.mm

Perfil estructural: W6x15#

Solución:

a) Determinación de carga factorizada

Según LRFD la máxima carga factorizada es:

$$Comb2 = 1.2 (carga muerta) + 1.6 (carga viva)$$

$$Comb2 = 1.2 (598) + 1.6 (515)$$

$$Comb2 = 1541.6 \text{ kg}$$

El mayor momento será:

$$Comb5 = 1.2 (\text{carga muerta}) + 1.5 (\text{carga sismo}) + 0.5 (\text{carga viva})$$

$$Comb5 = 1.2 (93696) + 1.5 (118369) + 0.5 (56297)$$

$$Comb5 = 318137.2 \text{ kg.mm}$$

b) Determinación de plancha de apoyo

Sea la plancha base de Nx B, tendrá se cumplir lo siguiente según la OSHA.

$$N > d + 2(76.2) \text{ mm.} = 152 + 2(76.2) = 304.4$$

$$N > d_f + 2(76.2) \text{ mm.} = 152 + 2(76.2) = 304.4$$

Consideramos una plancha de 300x300 mm.

c) Calculo de e y e_{critica}

$$e = \frac{M}{P} = \frac{318137.2}{1541.6} = 206.36 \text{ mm.}$$

Ahora:

Sección del concreto 400x400.

$$f_{p(max)} = \phi_c (0.85 f'_c) \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

$$f_{p(max)} = 0.65 \times 0.85 \times 210 \times 1.333$$

$$f_{p(max)} = 0.65 \times 0.85 \times 210 \times 1.333 = 154.66 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{max} = f_{p(max)} \times B = 154.66 \times 30 = 4638 \text{ kg/cm}$$

$$q_{max} = 463.8 \text{ kg/mm}$$

$$e_{\text{critico}} = \frac{N}{2} - \frac{P_u}{2q_{\text{max.}}} = \frac{1}{2} \left(300 - \frac{1541.6}{463.8} \right)$$

$$e_{\text{critico}} = 14.83 \text{ cm.} = 148.3 \text{ mm.}$$

Verificamos con la ecuación:

$$Y = \left(f + \frac{N}{2} \right) \pm \sqrt{\left(f + \frac{N}{2} \right)^2 - \frac{2P_u(e+f)}{q_{\text{max.}}}}$$

Entonces asumiendo que la distancia del borde al perno es 1.5 pulgadas (38.1 mm.)

$$f = \frac{N}{2} - 1.5 = 150 - 38.1 = 111.9 \text{ mm.}$$

$$\left(f + \frac{N}{2} \right)^2 = (111.9 + 150)^2 = 68591.61 \text{ mm}^2$$

$$\frac{2P_u(e+f)}{q_{\text{max.}}} = \frac{2(1541.6)(206.36 + 111.9)}{463.8} = 2115.70 \text{ mm}^2$$

$$2115.70 < 68591.61$$

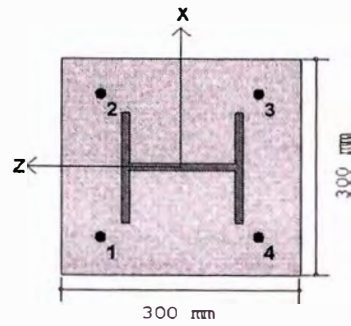
Reemplazando en la ecuación:

$$Y = 261.9 \pm \sqrt{68591.61 - 2115.70}$$

$$Y = 519.72 \text{ mm. no acepta}$$

$$Y = 4.08 \text{ mm. acepta}$$

d) Calculo de espesor mínimo de plato de refuerzo



Bolt	X (mm)	Z (mm)
1	-100.	100.
2	100.	100.
3	100.	-100.
4	-100.	-100.

$$m = \frac{N - 0.95d}{2}$$

$$m = \frac{300 - 0.95(152)}{2}$$

$$m = 77.8 \text{ mm.}$$

$$Y < m$$

$$t_{p(req)} = 2.11x \sqrt{\frac{f_{p(max)} Y (m - \frac{Y}{2})}{F_y}}$$

$$t_{p(req)} = 2.11x \sqrt{\frac{1.5466x4.08(77.8 - \frac{4.08}{2})}{25.31}}$$

$$t_{p(req)} = 9.17 \text{ mm.}$$

CONCLUSIONES

1. Las condiciones de flujo en todos los casos presenta condiciones de flujo laminar, turbulento y critico en los casos de reducción sin embargo la alta viscosidad de biodiesel y su alto flash point evita la vaporización del mismo, una alta turbulencia en las zonas de inyección contribuye a un buen mezclado en línea con el diesel y es recomendable mantener la presión de inyección de 10 psi por encima del rango de presiones fluctuante del diesel en la zona de mezclado.
2. Los patines de medición de biodiesel en su configuración (filtro medidor, válvula) presentan una caída de presión usual de 25 psi.
3. Los dimensionamiento de la tubería mantienen la relación establecida por la ecuación:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_f + h_s$$

4. Se instalara una válvula isoporcentual de control de 6" de diámetro y CV = 1900 gpm/psi para reducir la presión de inyección a 10 psi.
5. Se obtiene que la estructura tridimensional diseñada para la plataforma de recepción de biodiesel, cumple con las normas y especificaciones mencionadas en el cálculo (AISC, Astm A-36, etc).

6. Los colores utilizados para representar cada elemento de la estructura metálica indican la relación (ratio) de la demanda a la queda sometida a la capacidad portante. El valor de ratio, para que sea aceptable, no debe sobrepasar de 0.95, en la figura superior se observa que todos los elementos presentan un ratio aceptable.
7. Para el diseño se tuvo en cuenta optima ubicación de soportes, evitando así la concentración de esfuerzos en el sistema al momento de su operación.

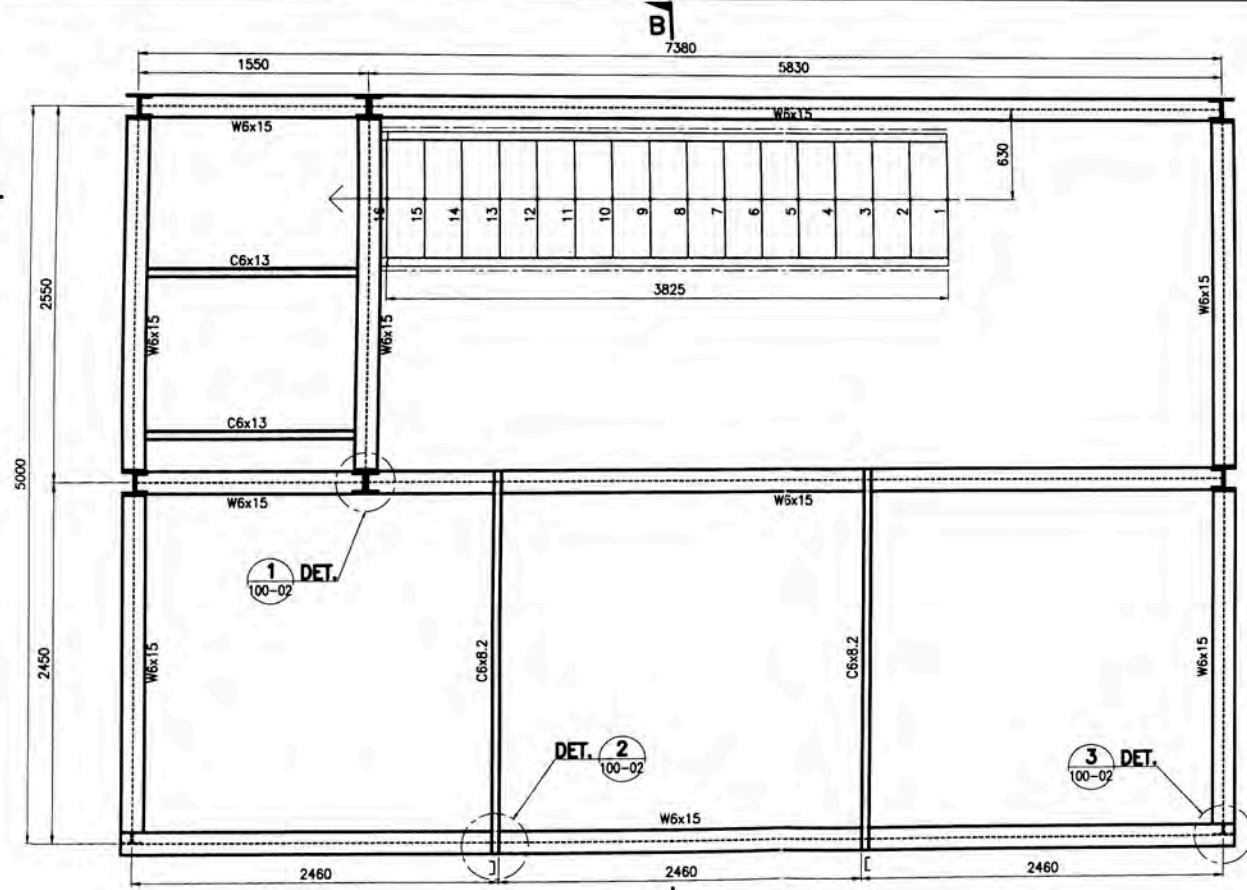
RECOMENDACIONES

1. Dado la inminente disminución de las reservas de petróleo, se recomienda realizar estudios y desarrollos tecnológicos para fomentar el consumo de Biocombustible B100 como combustible alternativo, y así la no contaminación debido a los combustibles convencionales usados en la actualidad.

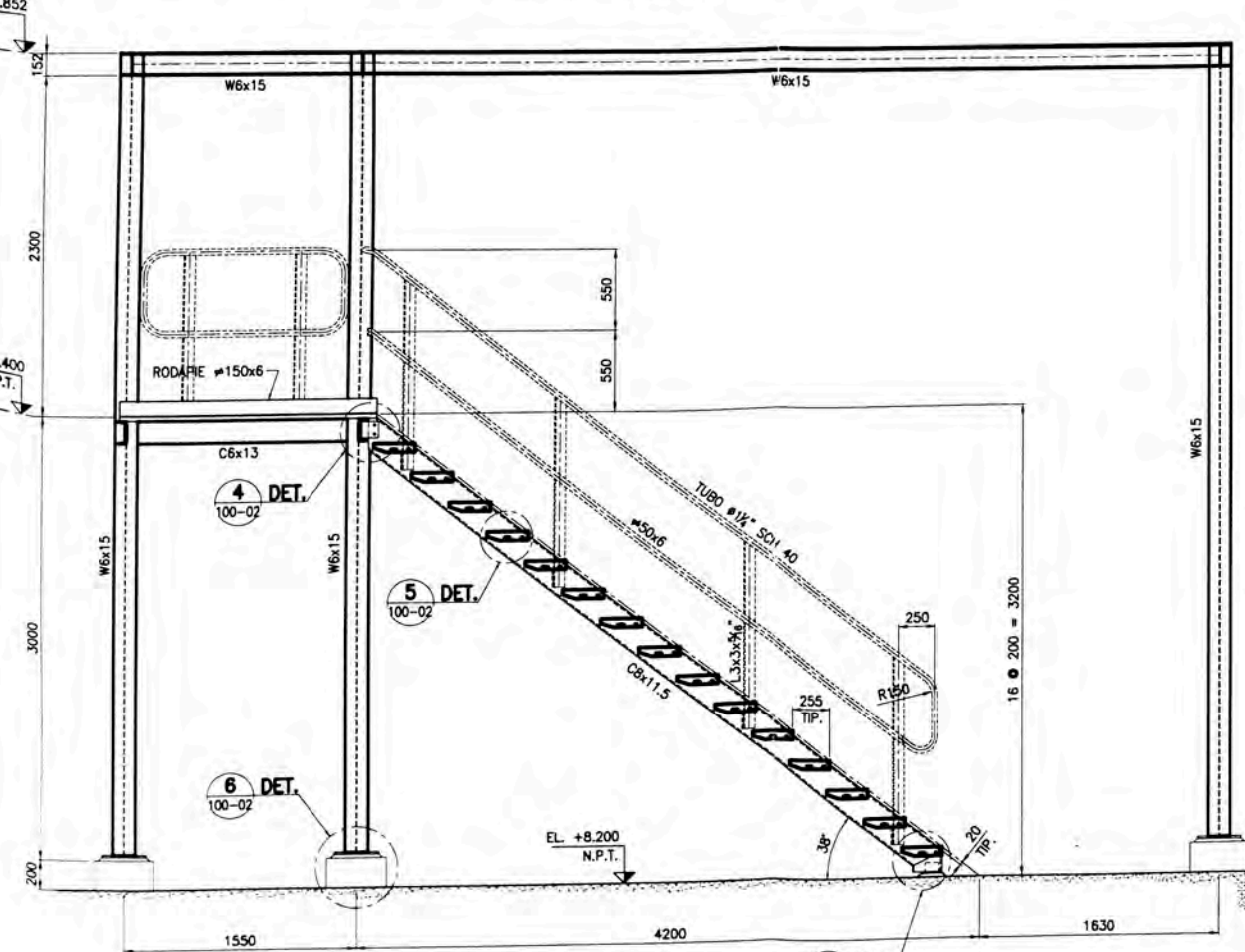
BIBLIOGRAFIA

1. American institute of steel construction – Load and resistance factor design.
2. American institute of steel construction – Base plate and anchor design
3. Diseño de estructuras de acero – Metodo LRFD, McCormac
4. Software SAP 2000
5. Software Pipe Flow
6. Fundamentos de Mecánica de Fluidos, P. Gerhart, R. Gross, J. Hochstein

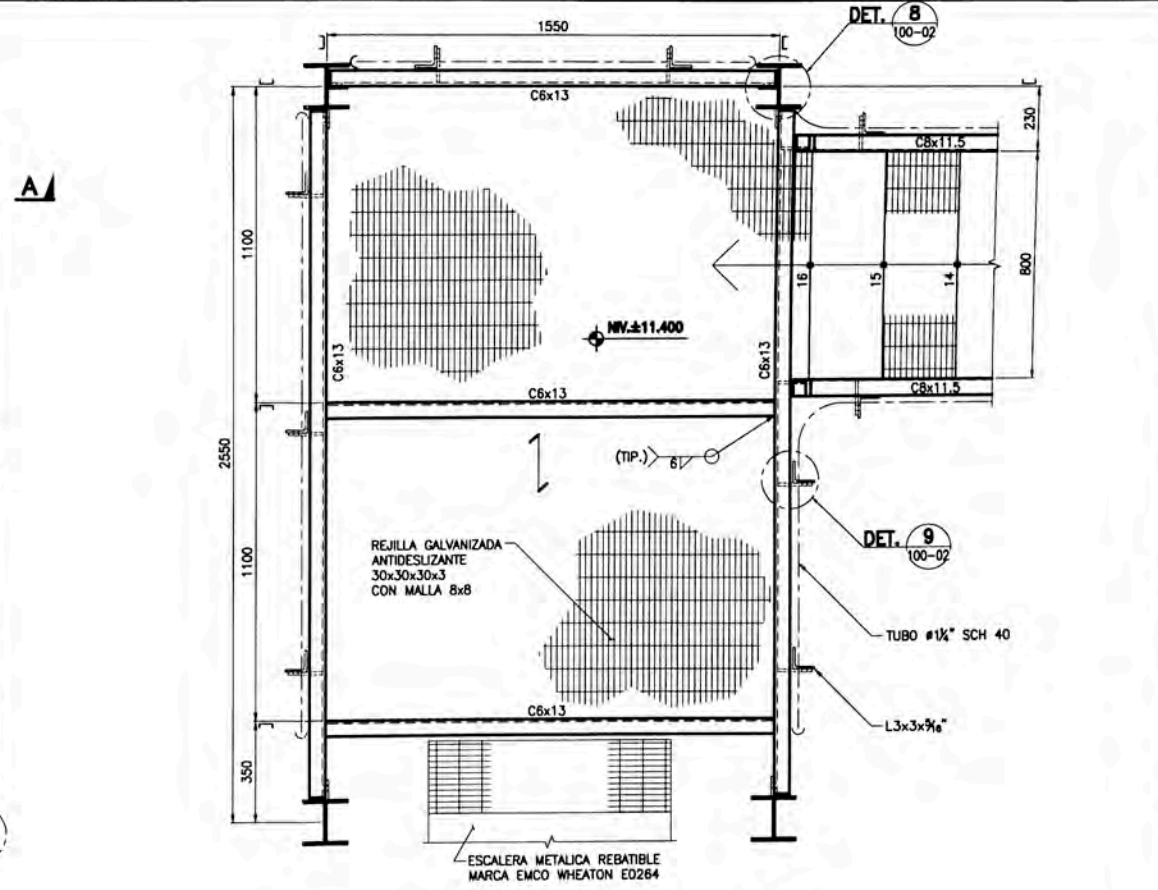
PLANOS DE INGENIERIA DE DETALLE



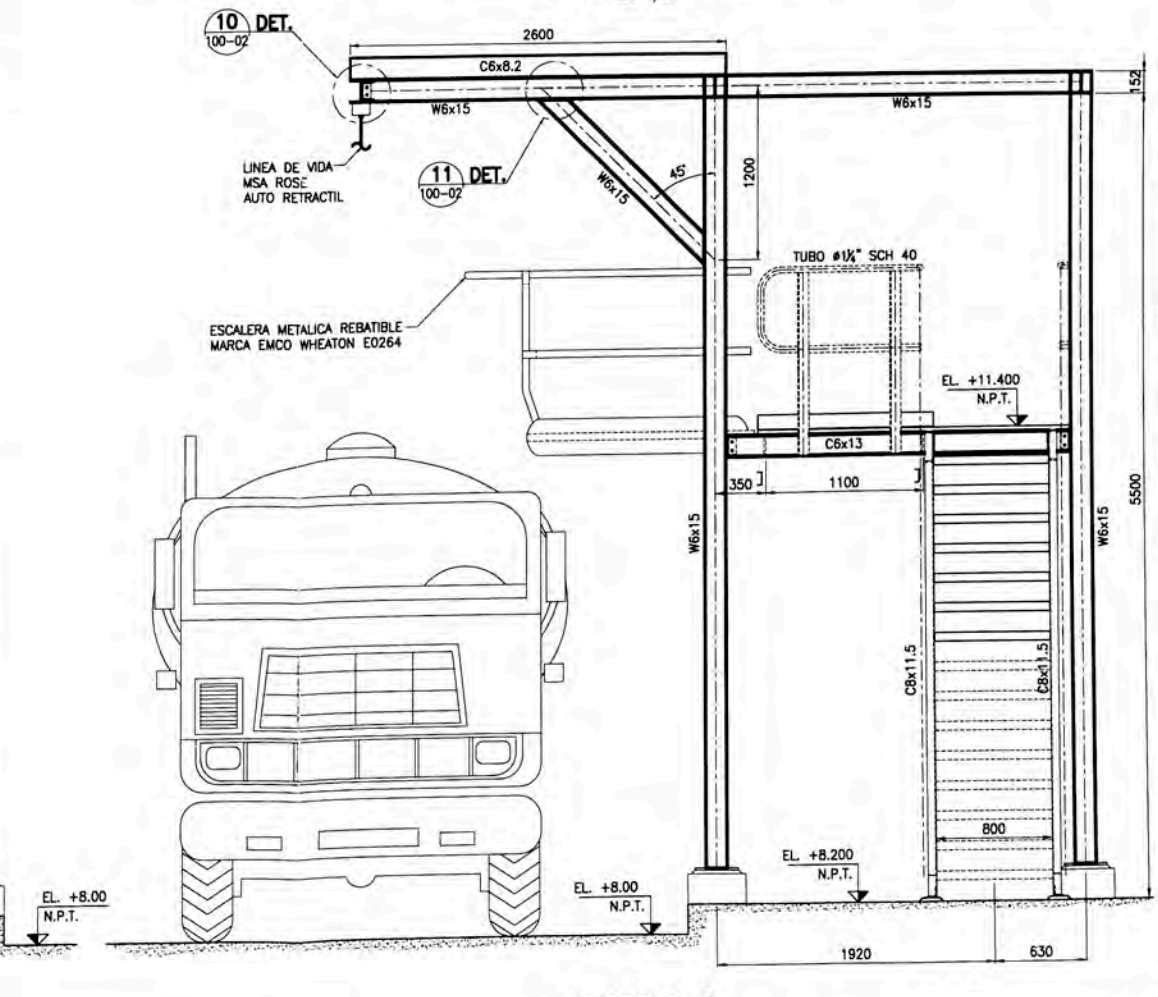
VISTA DE PLANTA EL.+13.852
ESC 1/50



CORTE A-A
ESC 1/50



VISTA DE PLANTA EL.+11.400
ESC 1/25



CORTE B-B
ESC 1/50

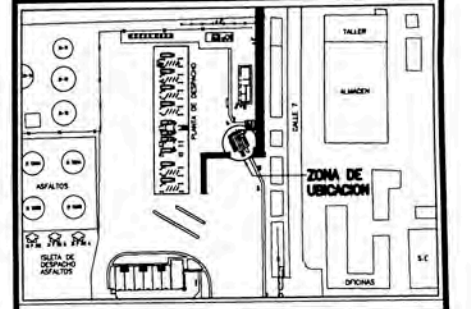
REFERENCIA DE PLANOS

- 1.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL (DETALLES)
- Dwg. : 100-01-H2
- 2.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO
- Dwg. : 100-02-H1
- 3.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg. : 100-02-H2
- 4.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg. : 100-03-H1
- 5.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg. : 100-03-H2
- 6.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg. : 100-04-H1
- 7.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg. : 100-04-H2
- 8.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg. : 100-05-H1
- 9.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg. : 100-05-H2
- 10.- SOPORTES METALICOS
- Dwg. : 100-06-H1

NOTAS

- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS ESTAN EN MILIMETROS Y LOS NIVELES EN METROS (SALVO INDICACION CONTRARIA).
- 2.- LAS DISCREPANCIAS ENTRE LOS PLANOS Y LAS ESPECIFICACIONES SERAN EN EL SIGUIENTE ORDEN:
PRIMERO : PLANOS DE DISEÑO
SEGUNDO : ESPECIFICACIONES
- 3.- LA ESTRUCTURA DE ACERO DEBE ESTAR DE ACUERDO CON LA NORMA ASTM A36, SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS.
- 4.- CONEXIONES:
- LAS CONEXIONES SERAN SOLDADAS EN EL TALLER Y EMPERNADAS EN EL CAMPO SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS DE DISEÑO.
- TODAS LAS CONEXIONES EMPERNADAS SE EFECTUARAN CON PERNOS DE ALTA RESISTENCIA A325.
- TODAS LAS CONEXIONES DE SOLDADURA SERAN DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS AWS D1.1 DEL ARCO ELECTRICO PROTEGIDO (AWS A5.1 E60XX).
- EL TAMAÑO MINIMO DEL FILETE DE SOLDADURA DEBE SER 3/16" (5mm), SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS DE DISEÑO.
- 5.- LA PINTURA EN ESTRUCTURAS DEBERA ESTAR DE ACUERDO CON LA ESPECIFICACION RESPECTIVA.
- 6.- EN PLATAFORMA SE CONSIDERARA GRATING SEGUN NORMA ESTABLECIDA.

PLANO LLAVE



2	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	NO	NO	NO	NO
1	EMITIDO PARA APROBACION	NO	NO	NO	NO
REV.	DESCRIPCION	REALIZADO	COMPROBADO	APROBADO	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

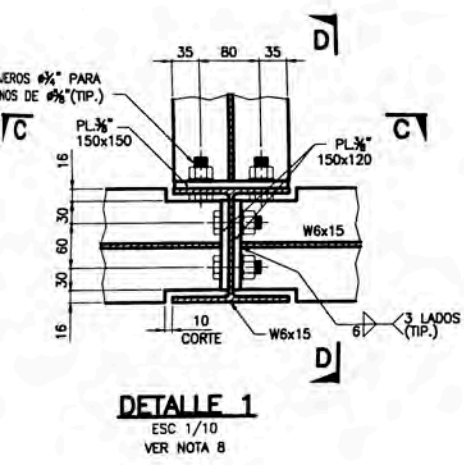
PROYECTO: **INFORME DE SUFICIENCIA DISEÑO DE SISTEMA DE TUBERIAS PARA TRANSPORTE DE BIODIESEL DESDE SU ALMACENAMIENTO HASTA SU VENTA**

PLANO: ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL

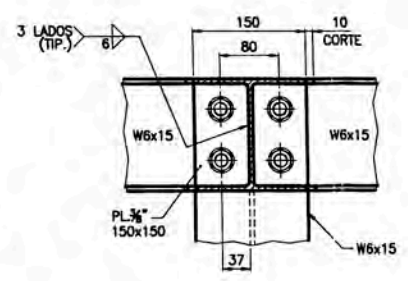
REALIZADO: BACHILLER RICARDO MANUEL GONZALES BUENO

NUMERO: **100-01-H1** Hoja 1 de 2

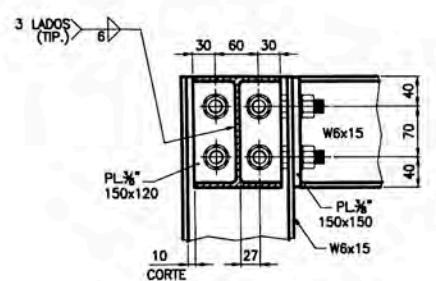
REV. **2**



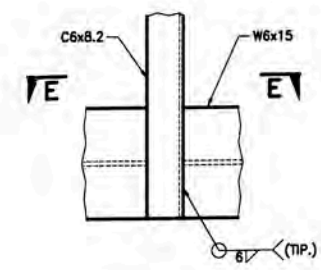
DETALLE 1
ESC 1/10
VER NOTA 8



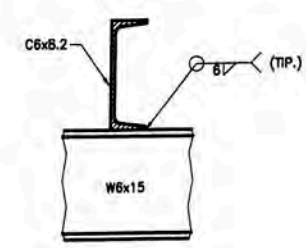
CORTE C-C
ESC 1/10



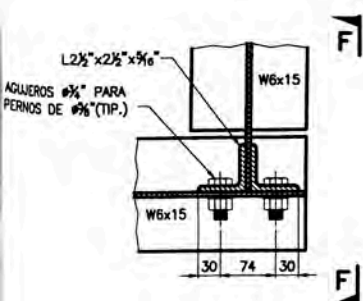
CORTE D-D
ESC 1/10



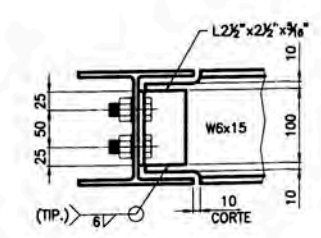
DETALLE 2
ESC 1/10



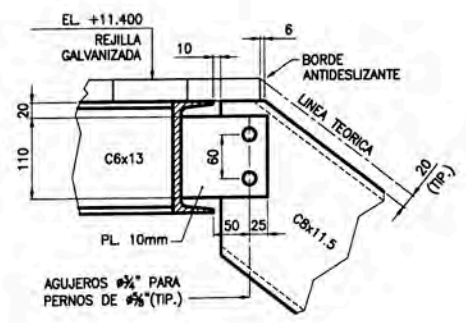
CORTE E-E
ESC 1/10



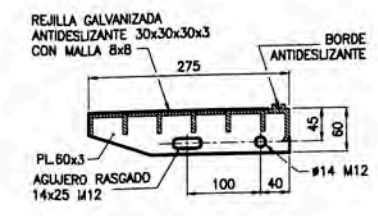
DETALLE 3
ESC 1/10
VER NOTA 8



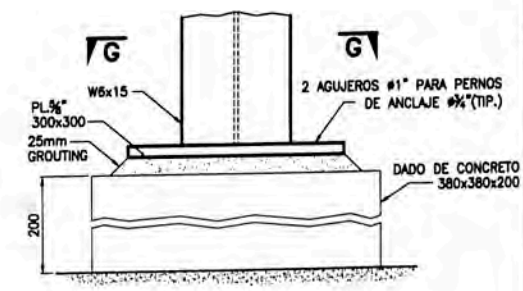
VISTA F-F
ESC 1/10



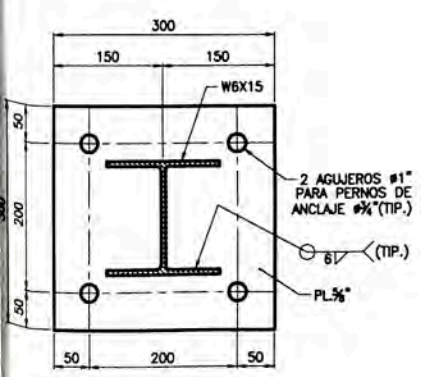
DETALLE 4
ESC 1/10



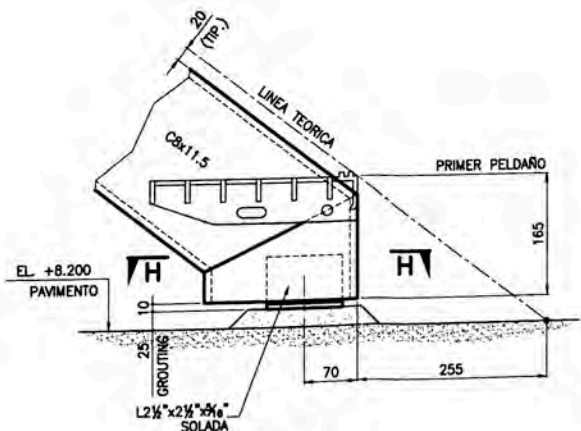
DETALLE 5
ESC 1/10



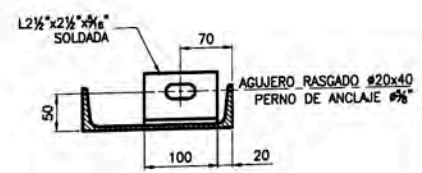
DETALLE 6
ESC 1/10



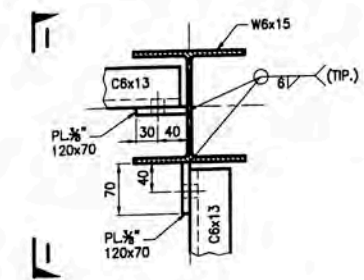
CORTE G-G
ESC 1/10



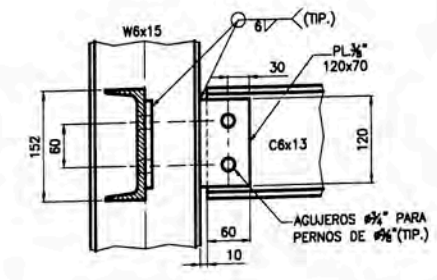
DETAIL 7
ESC 1/10



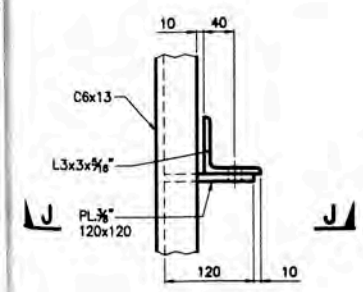
CORTE H-H
ESC 1/10



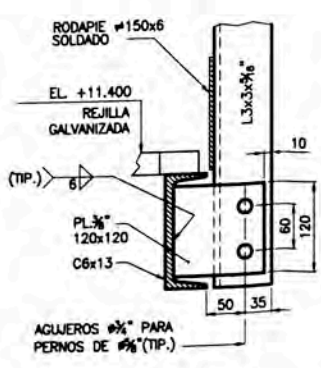
DETAIL 8
ESC 1/10



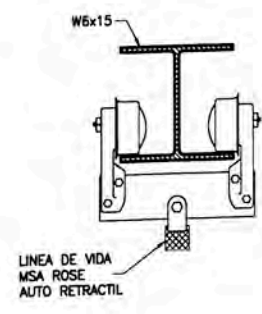
VISTA I-I
ESC 1/10



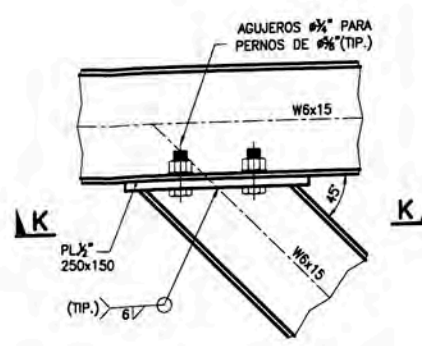
DETAIL 9
ESC 1/10



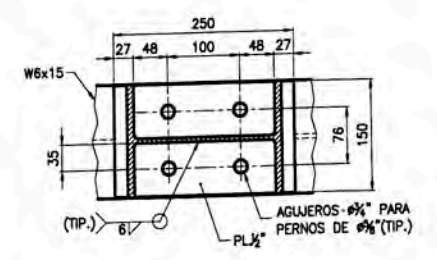
CORTE J-J
ESC 1/10



DETAIL 10
ESC 1/10



DETAIL 11
ESC 1/10



CORTE K-K
ESC 1/10

REFERENCIA DE PLANOS

- 1.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL
- Dwg. : 100-01-H1
- 2.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO
- Dwg. : 100-02-H1
- 3.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg. : 100-02-H2
- 4.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg. : 100-03-H1
- 5.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg. : 100-03-H2
- 6.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg. : 100-04-H1
- 7.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg. : 100-04-H2
- 8.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg. : 100-05-H1
- 9.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg. : 100-05-H2
- 10.- SOPORTES METALICOS
- Dwg. : 100-06-H1

NOTAS

- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS ESTAN EN MILIMETROS Y LOS NIVELES EN METROS (SALVO INDICACION CONTRARIA).
- 2.- LAS DISCREPANCIAS ENTRE LOS PLANOS Y LAS ESPECIFICACIONES SERAN EN EL SIGUIENTE ORDEN:
PRIMERO : PLANOS DE DISEÑO
SEGUNDO: ESPECIFICACIONES
- 3.- LA ESTRUCTURA DE ACERO DEBE ESTAR DE ACUERDO CON LA NORMA ASTM A36, SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS.
- 4.- CONEXIONES:
- LAS CONEXIONES SERAN SOLDADAS EN EL TALLER Y EMPERNADAS EN EL CAMPO SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS DE DISEÑO.
- TODAS LAS CONEXIONES EMPERNADAS SE EFECTUARAN CON PERNOS DE ALTA RESISTENCIA A325.
- TODAS LAS CONEXIONES DE SOLDADURA SERAN DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS AWS D1.1 DEL ARCO ELECTRICO PROTEGIDO (AWS A5.1 E60XX).
- EL TAMAÑO MINIMO DEL FILETE DE SOLDADURA DEBE SER 3/16" (5mm), SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS DE DISEÑO.
- 5.- EL GROUTING DE BASE DE PLANCHAS DE APOYO DEBE CONCORDAR CON LA ESPECIFICACION.
- 6.- LA PINTURA EN ESTRUCTURAS DEBERA ESTAR DE ACUERDO CON LA ESPECIFICACION ESTABLECIDA.
- 7.- EN PLATAFORMA SE CONSIDERARA GRATING SEGUN NORMA ESTABLECIDA.
- 8.- ALA SUPERIOR DE VIGAS OMITIDOS PARA MAYOR CLARIDAD.

PLANO LLAVE

2	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1	EMITIDO PARA APROBACION	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
REV.	INDICACION	REALIZADO	COMPROBADO	APROBADO					

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

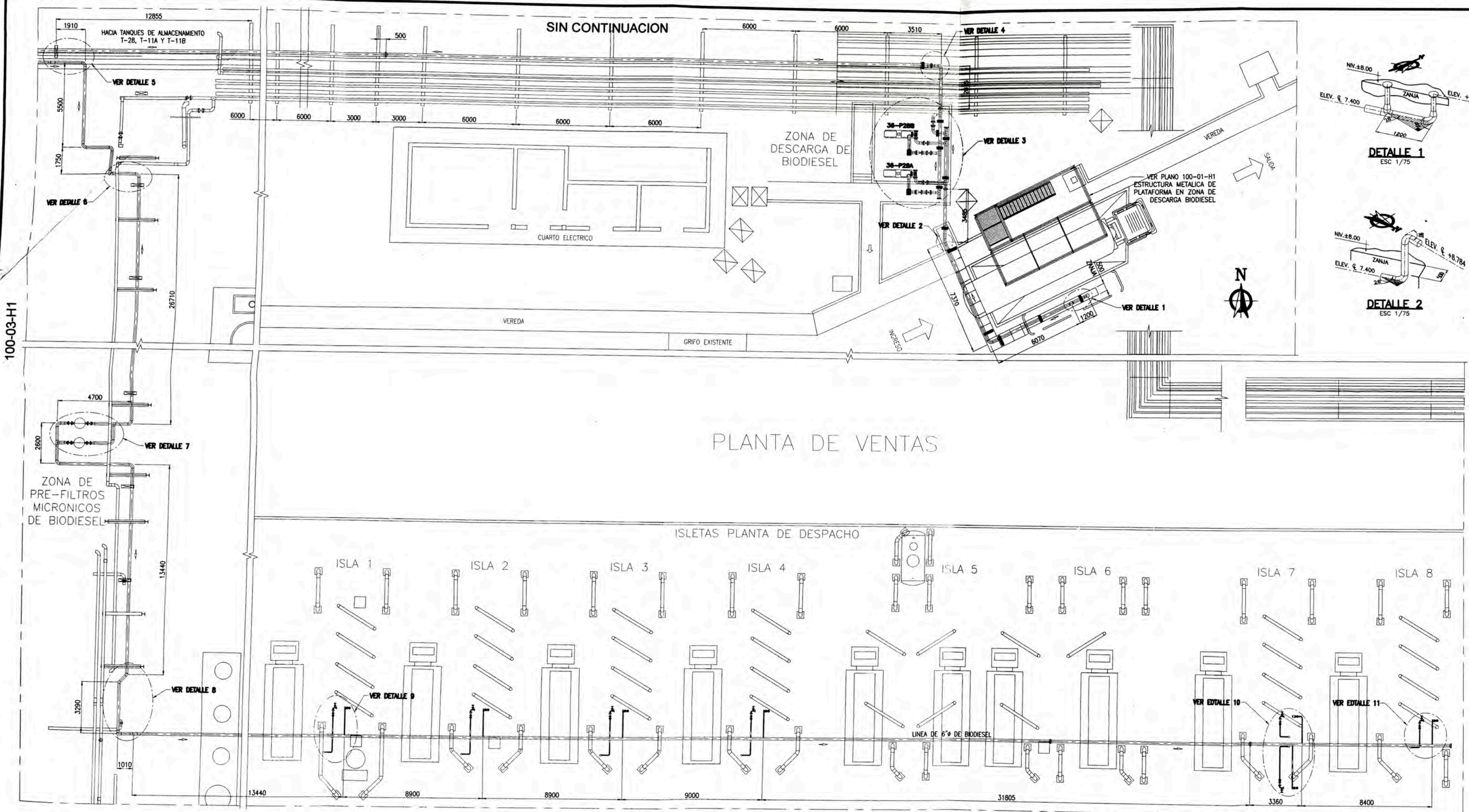
PROYECTO: **INFORME DE SUFICIENCIA DISEÑO DE SISTEMA DE TUBERIAS PARA TRANSPORTE DE BIODIESEL DESDE SU ALMACENAMIENTO HASTA SU VENTA**

PLANO: **ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL (DETALLES)**

REALIZADO: **BACHILLER RICARDO MANUEL GONZALES BUENO**

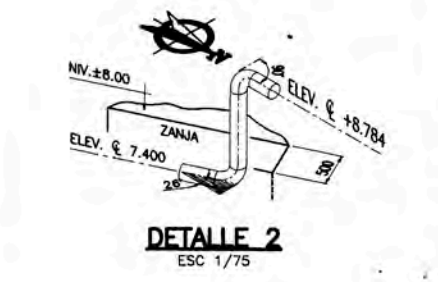
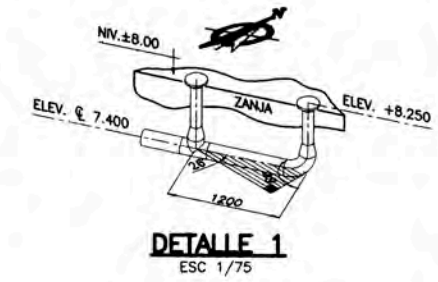
NUMERO: **100-01-H2** Hoja 2 de 2

REV. **2**



REFERENCIA DE PLANOS

- 1.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL - Dwg.: 100-01-H1
- 2.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL (DETALLES) - Dwg.: 100-01-H2
- 3.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES) - Dwg.: 100-02-H2
- 4.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (DETALLE DE TUBERIAS) - Dwg.: 100-03-H1
- 5.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (UBICACION DE SOPORTES) - Dwg.: 100-03-H2
- 6.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS) - Dwg.: 100-04-H1
- 7.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES) - Dwg.: 100-04-H2
- 8.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (DETALLE DE TUBERIAS) - Dwg.: 100-05-H1
- 9.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (UBICACION DE SOPORTES) - Dwg.: 100-05-H2
- 10.- SOPORTES METALICOS - Dwg.: 100-06-H1



NOTAS

- 1.- TODAS LAS ELEVACIONES SON ABSOLUTAS, REFERIDAS AL NIVEL DEL MAR +0.00
- 2.- PARA INSTALACIONN DE DRENAJES Y VENTEO, VER ESTANDAR DE LA EMPRESA.
- 3.- VERIFICAR MEDIDAS EN CAMPO.
- 4.- TODAS LAS TUBERIAS SERAN PROTEGIDAS CON ESQUEMA DE PINTURA SEGUN ESTANDAR.

PLANO LLAVE

2	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	ROB	ROB	ROB	ROB
1	EMITIDO PARA APROBACION	ROB	ROB	ROB	ROB
REV.	DESCRIPCION	ELABORADO	COMPROBADO	APROBADO	

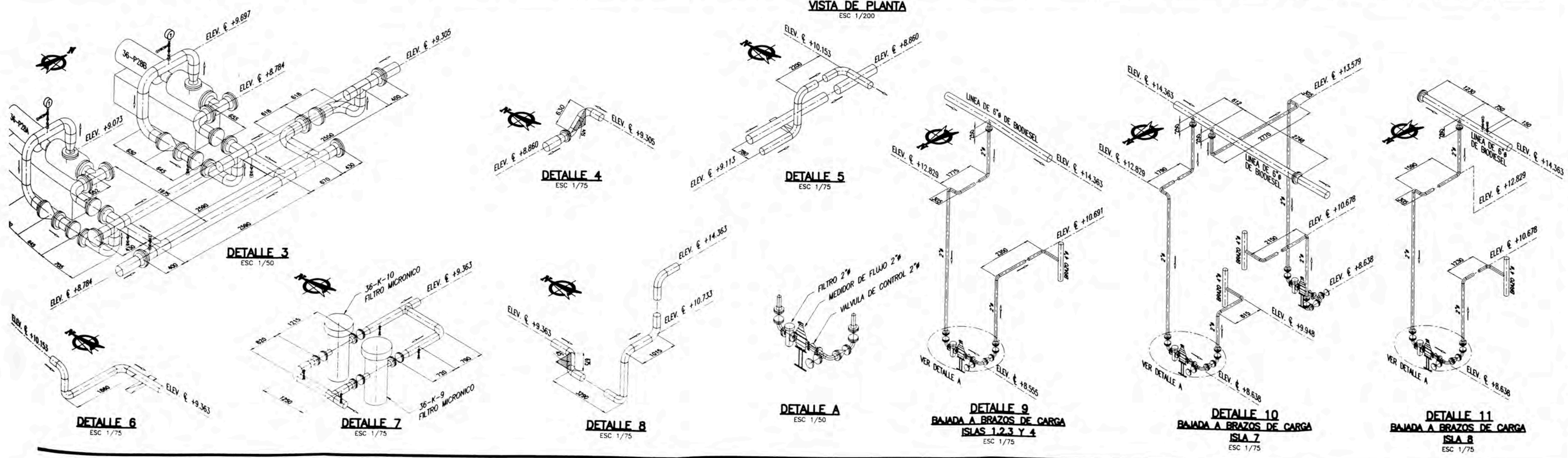
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO: **INFORME DE SUFICIENCIA DISEÑO DE SISTEMA DE TUBERIAS PARA TRANSPORTE DE BIODIESEL DESDE SU ALMACENAMIENTO HASTA SU VENTA**

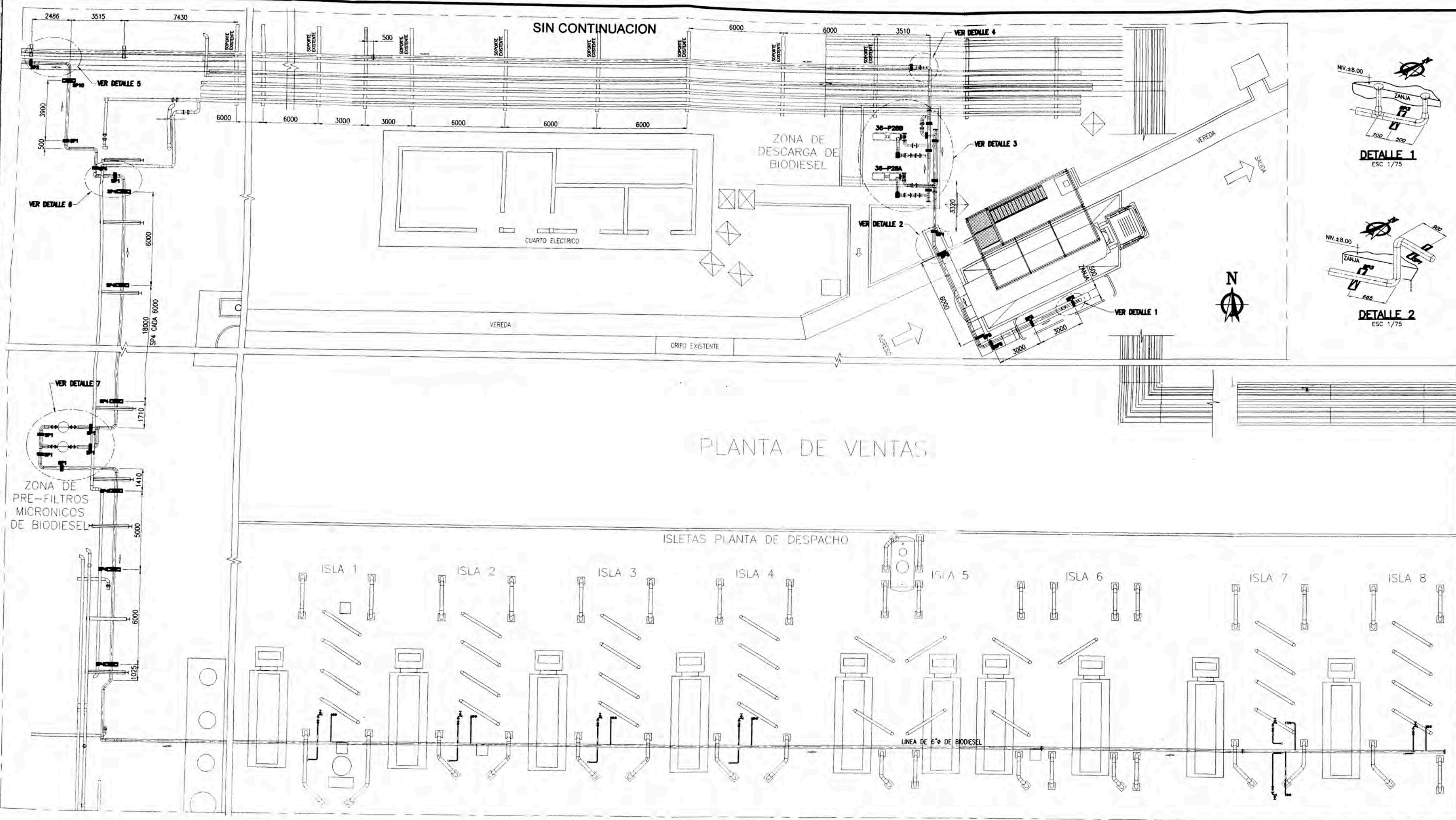
PLANO: **ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL-ISLAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS)**

REALIZADO: BACHILLER RICARDO MANUEL GONZALES BUENO

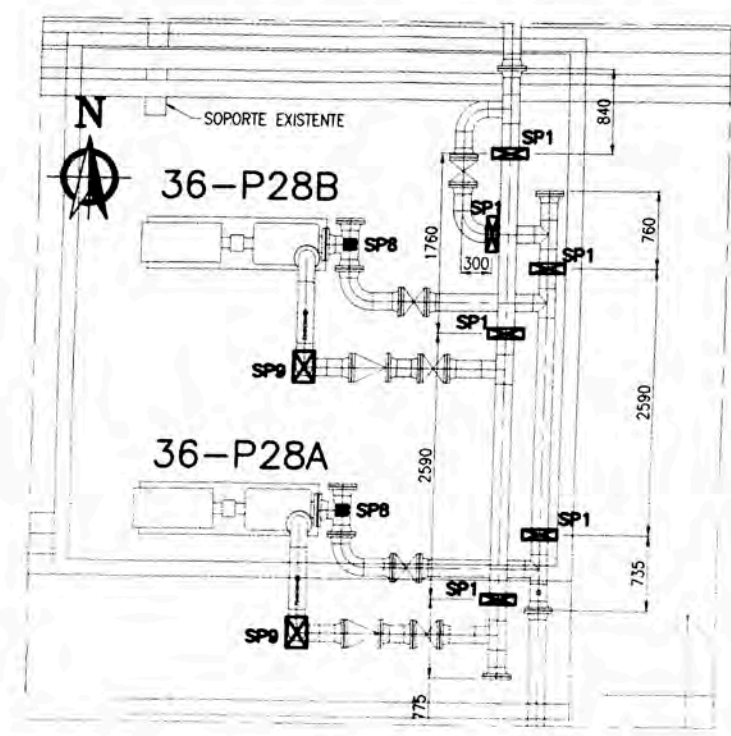
NUMERO: **100-02-H1** REV. **2**



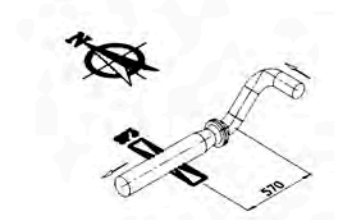
100-03-H1



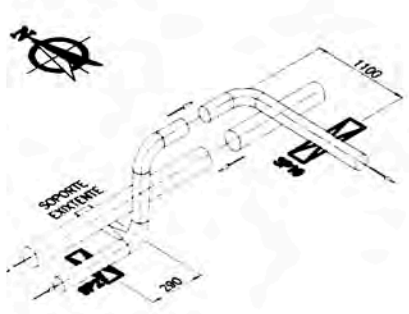
VISTA DE PLANTA
ESC 1/200



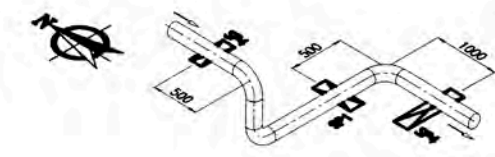
DETALLE 3
ESC 1/75



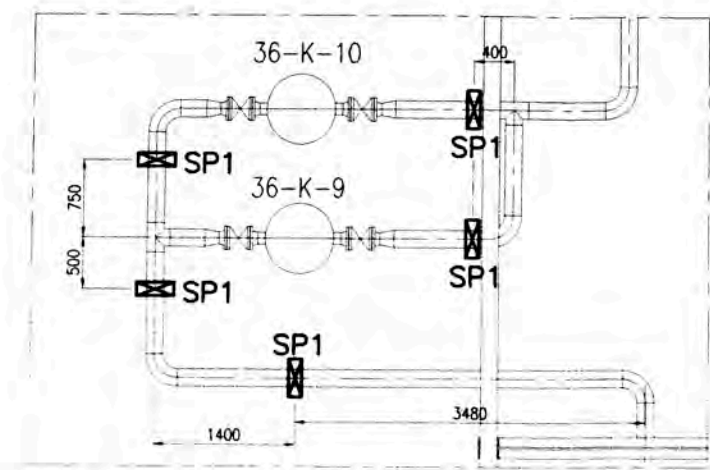
DETALLE 4
ESC 1/75



DETALLE 5
ESC 1/75



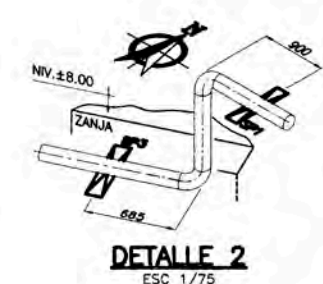
DETALLE 6
ESC 1/75



DETALLE 7
ESC 1/75



DETALLE 1
ESC 1/75



DETALLE 2
ESC 1/75

REFERENCIA DE PLANOS

- 1.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL - Dwg : 100-01-H1
- 2.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL (DETALLES) - Dwg : 100-01-H2
- 3.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS) - Dwg : 100-02-H1
- 4.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (DETALLE DE TUBERIAS) - Dwg : 100-03-H1
- 5.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (UBICACION DE SOPORTES) - Dwg : 100-03-H2
- 6.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS) - Dwg : 100-04-H1
- 7.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES) - Dwg : 100-04-H2
- 8.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (DETALLE DE TUBERIAS) - Dwg : 100-05-H1
- 9.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (UBICACION DE SOPORTES) - Dwg : 100-05-H2
- 10.- SOPORTES METALICOS - Dwg : 100-06-H1

NOTAS

- 1.- VERIFICAR MEDIDAS EN CAMPO

PLANO LLAVE

2	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	RGB	21/08/2018	RGB	21/08/2018	RGB	21/08/2018
1	EMITIDO PARA APROBACION	RGB	20/08/2018	RGB	20/08/2018	RGB	20/08/2018
REV.	DESCRIPCION	REALIZADO	COMPROB.	APROBADO	FECHA	FECHA	FECHA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO: **INFORME DE SUFICIENCIA DISEÑO DE SISTEMA DE TUBERIAS PARA TRANSPORTE DE BIODIESEL DESDE SU ALMACENAMIENTO HASTA SU VENTA**

PLANO: ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL-ISLAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES)

REALIZADO: BACHILLER RICARDO MANUEL GONZALES BUENO

NUMERO: **100-02-H2** REV. **2**

REFERENCIA DE PLANOS

- 1.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL - Dwg : 100-01-H1
- 2.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL (DETALLES) - Dwg : 100-01-H2
- 3.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS) - Dwg : 100-02-H1
- 4.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES) - Dwg : 100-02-H2
- 5.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (UBICACION DE SOPORTES) - Dwg : 100-03-H1
- 6.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS) - Dwg : 100-04-H1
- 7.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES) - Dwg : 100-04-H2
- 8.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (DETALLE DE TUBERIAS) - Dwg : 100-05-H1
- 9.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (UBICACION DE SOPORTES) - Dwg : 100-05-H2
- 10.- SOPORTES METALICOS - Dwg : 100-06-H1

NOTAS

- 1.- TODAS LAS ELEVACIONES SON ABSOLUTAS, REFERIDAS AL NIVEL DEL MAR +0.00
- 2.- PARA INSTALACION DE DRENAJES Y VENTOS, VER ESTANDAR DE LA EMPRESA.
- 3.- VERIFICAR MEDIDAS EN CAMPO.
- 4.- TODAS LAS TUBERIAS SERAN PROTEGIDAS CON ESQUEMA DE PINTURA SEGUN ESTANDAR.

PLANO LLAVE

2	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	RCB	27/06/04	RCB	27/06/04	RCB	27/06/04
1	EMITIDO PARA APROBACION	RCB	20/06/04	RCB	20/06/04	RCB	20/06/04
REV.	DESCRIPCION	REALIZADO	COMPROB.	APROBADO			

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO: **INFORME DE SUFICIENCIA DISEÑO DE SISTEMA DE TUBERIAS PARA TRANSPORTE DE BIODIESEL DESDE SU ALMACENAMIENTO HASTA SU VENTA**

PLANO: **ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (DETALLE DE TUBERIAS)**

REALIZADO: **BACHILLER RICARDO MANUEL GONZALES BUENO**

NUMERO:	100-03-H1	REV.	2
---------	-----------	------	---

SIN CONTINUACION

AREA B5

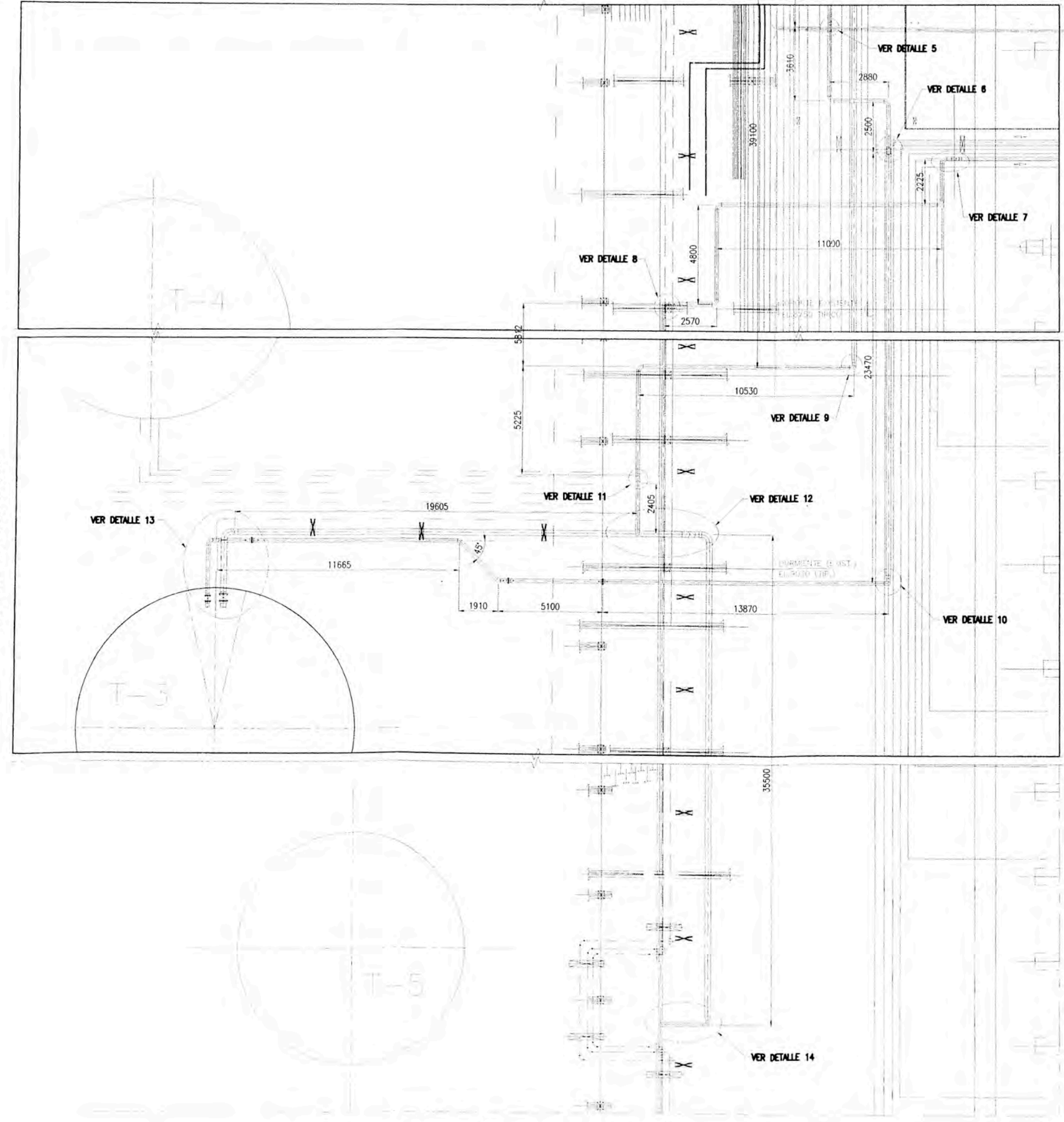
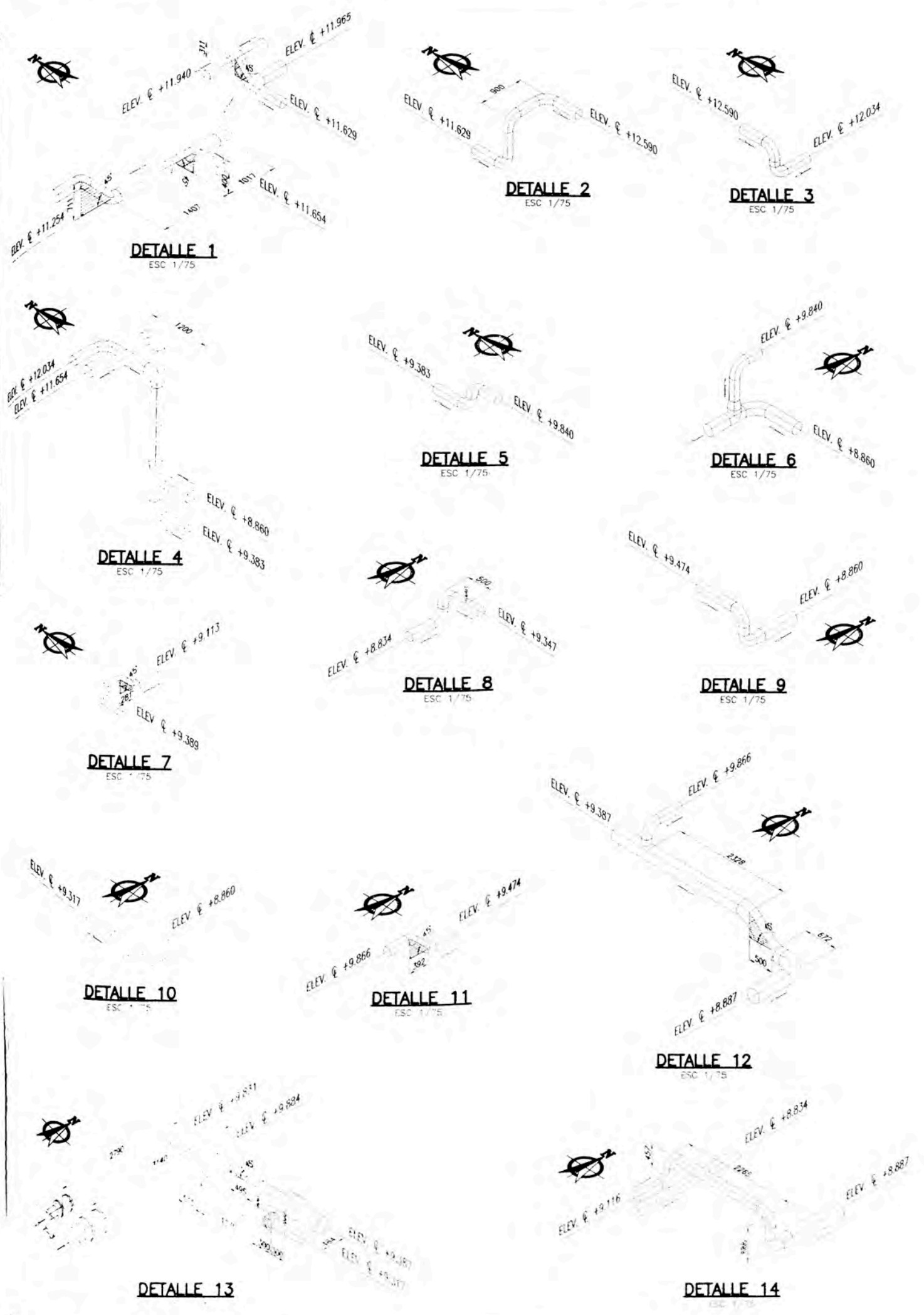
VIENE DE PLANO: 100-02-H1

SIN CONTINUACION

CONTINUA EN PLANO: 100-04-H1

VISTA DE PLANTA

SIN CONTINUACION



SIN CONTINUACION

SIN CONTINUACION

REFERENCIA DE PLANOS

- 1.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL
- Dwg : 100-01-H1
- 2.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL (DETALLES)
- Dwg : 100-01-H2
- 3.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg : 100-02-H1
- 4.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg : 100-02-H2
- 5.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg : 100-03-H1
- 6.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg : 100-04-H1
- 7.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg : 100-04-H2
- 8.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg : 100-05-H1
- 9.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg : 100-05-H2
- 10.- SOPORTES METALICOS
- Dwg : 100-06-H1

NOTAS

- 1.- VERIFICAR MEDIDAS EN CAMPO.

PLANO LLAVE

2	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	RGB	RGB	RGB	RGB
1	EMITIDO PARA APROBACION	RGB	RGB	RGB	RGB

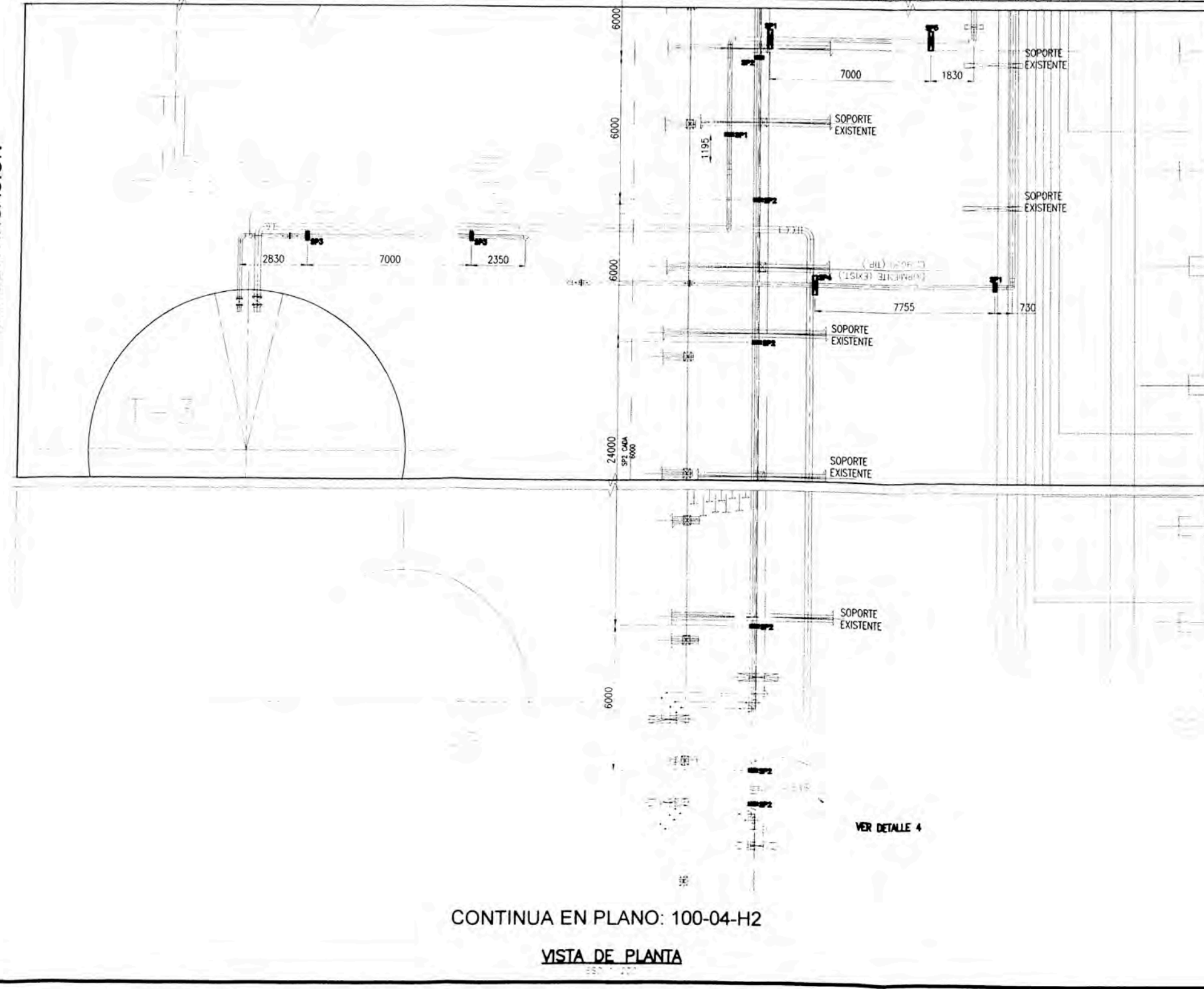
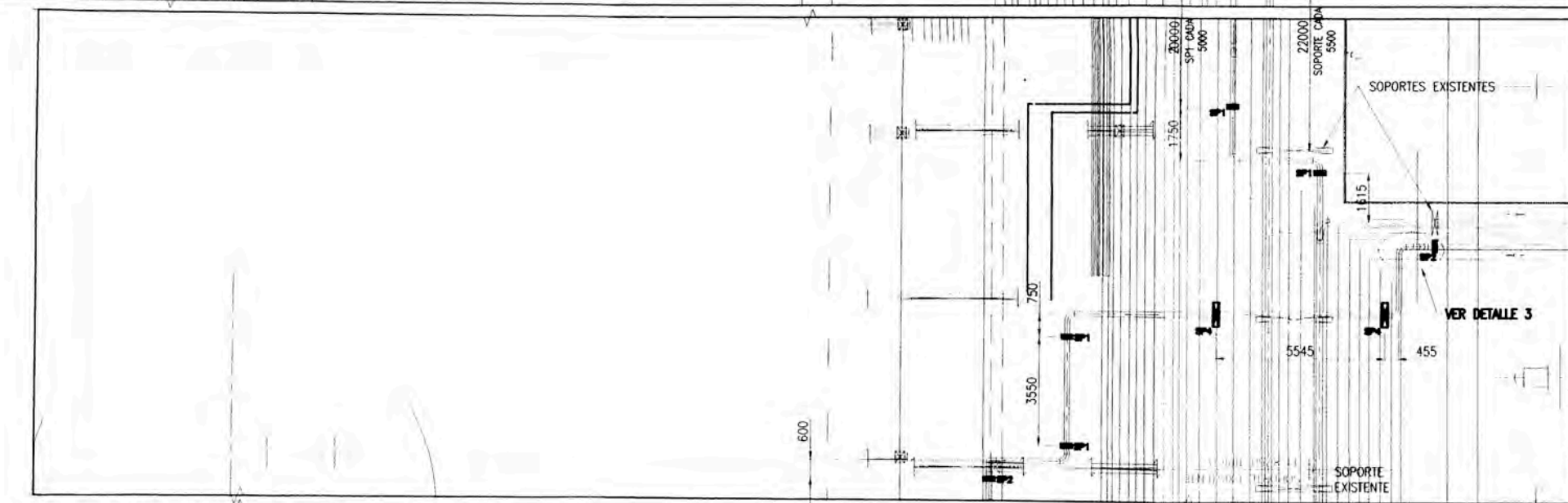
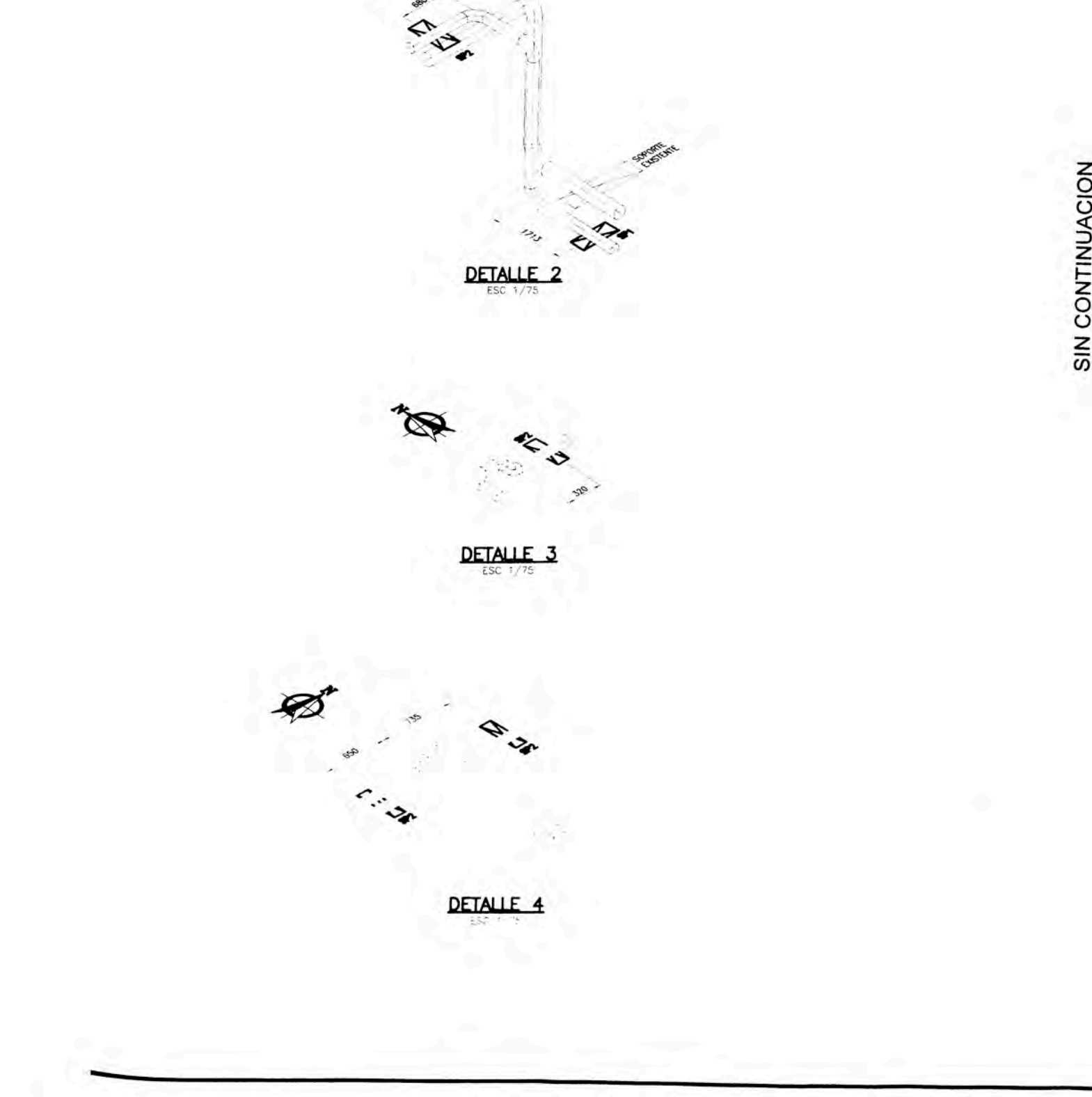
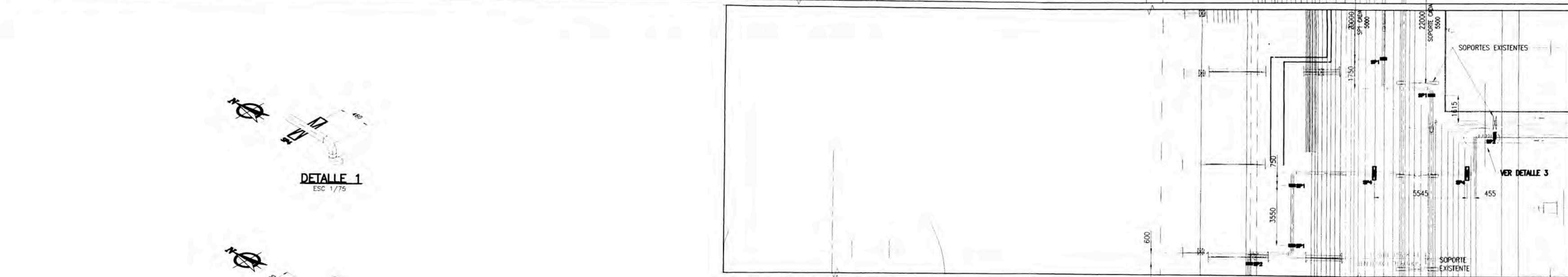
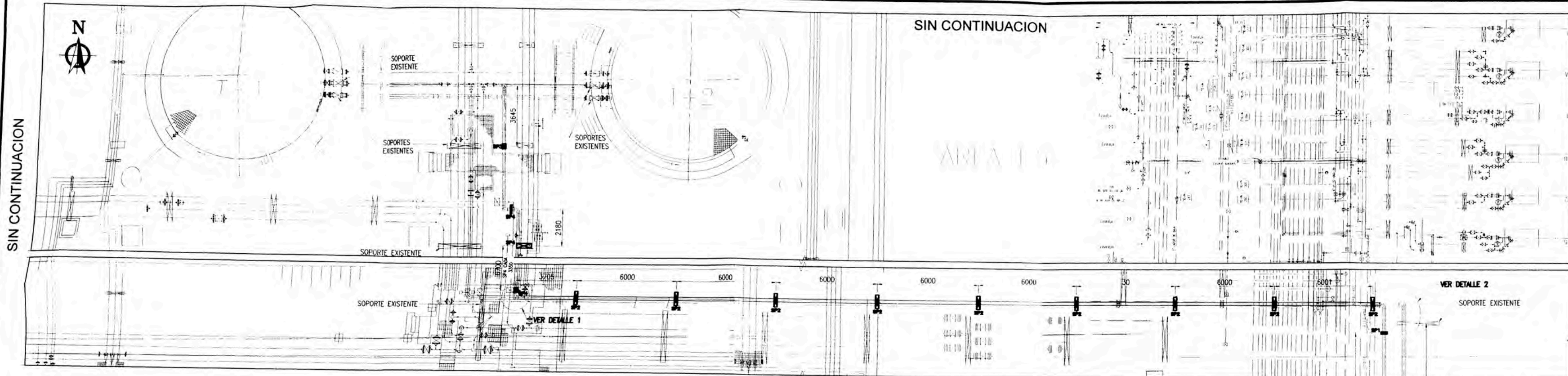
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO: **INFORME DE SUFICIENCIA DISEÑO DE SISTEMA DE TUBERIAS PARA TRANSPORTE DE BIODIESEL DESDE SU ALMACENAMIENTO HASTA SU VENTA**

PLANO: **ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (UBICACION DE SOPORTES)**

REALIZADO: **BACHILLER RICARDO MANUEL GONZALES BUENO**

NUMERO: **100-03-H2** REV. **2**



VIENE DE PLANO: 100-02-H2

SIN CONTINUACION

CONTINUA EN PLANO: 100-04-H2

VISTA DE PLANTA

REFERENCIA DE PLANOS

- 1.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL
- Dwg.: 100-01-H1
- 2.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL (DETALLES)
- Dwg.: 100-01-H2
- 3.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg.: 100-02-H1
- 4.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg.: 100-02-H2
- 5.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg.: 100-03-H1
- 6.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg.: 100-03-H2
- 7.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg.: 100-04-H2
- 8.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg.: 100-05-H1
- 9.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg.: 100-05-H2
- 10.- SOPORTES METALICOS
- Dwg.: 100-06-H1

NOTAS

- 1.- TODAS LAS ELEVACIONES SON ABSOLUTAS, REFERIDAS AL NIVEL DEL MAR +0.00
- 2.- PARA INSTALACION DE DRENAJES Y VENTOS, VER ESTANDAR DE LA EMPRESA
- 3.- VERIFICAR MEDIDAS EN CAMPO.
- 4.- TODAS LAS TUBERIAS SERAN PROTEGIDAS CON ESQUEMA DE PINTURA SEGUN ESTANDAR.

PLANO LLAVE

2	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	RGB	27/06/08	RGB	27/06/08	RGB	27/06/08
1	EMITIDO PARA APROBACION	RGB	26/06/08	RGB	26/06/08	RGB	26/06/08

REV.	DESCRIPCION	REALIZADO	COMPROB.	APROBADO
------	-------------	-----------	----------	----------

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO: **INFORME DE SUFICIENCIA DISEÑO DE SISTEMA DE TUBERIAS PARA TRANSPORTE DE BIODIESEL DESDE SU ALMACENAMIENTO HASTA SU VENTA**

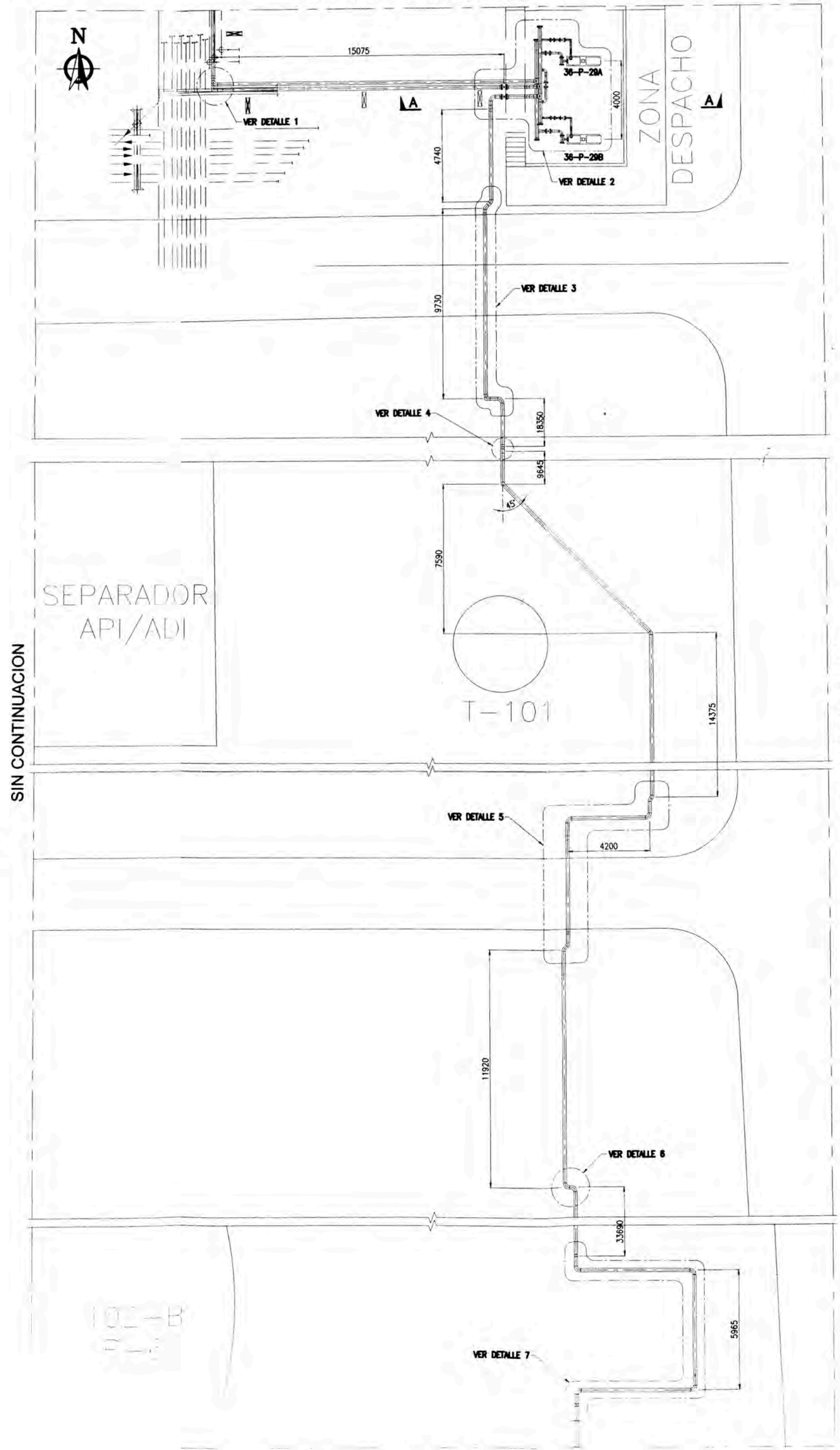
PLANO: ZONA BOMBAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS)

REALIZADO: BACHILLER RICARDO MANUEL GONZALES BUENO

NUMERO: 100-04-H1

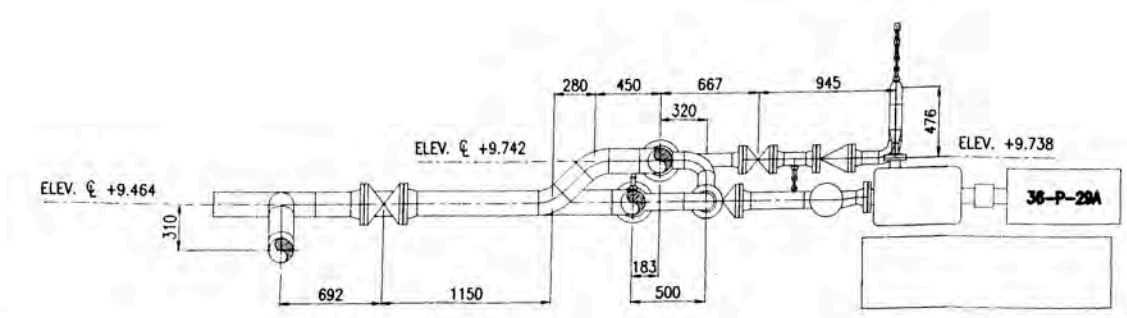
REV. 2

VIENE DE PLANO: 100-03-H1

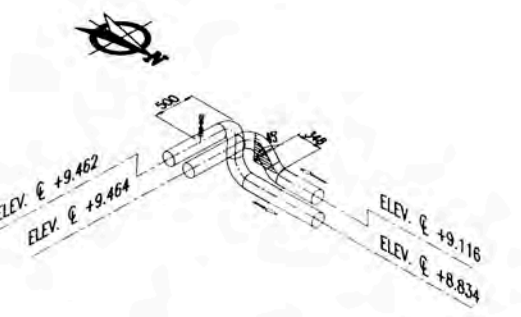


CONTINUA EN PLANO: 100-05-H1

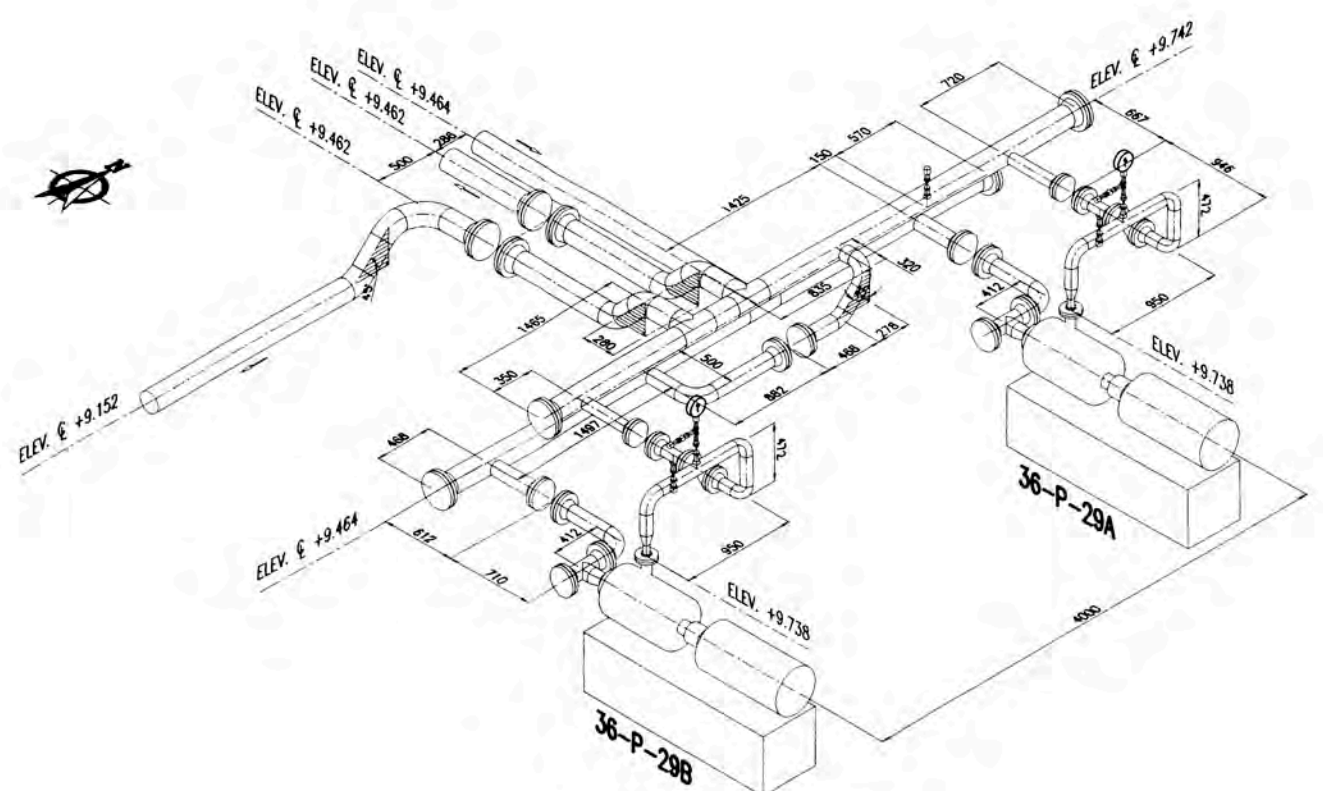
VISTA DE PLANTA
ESC 1/200



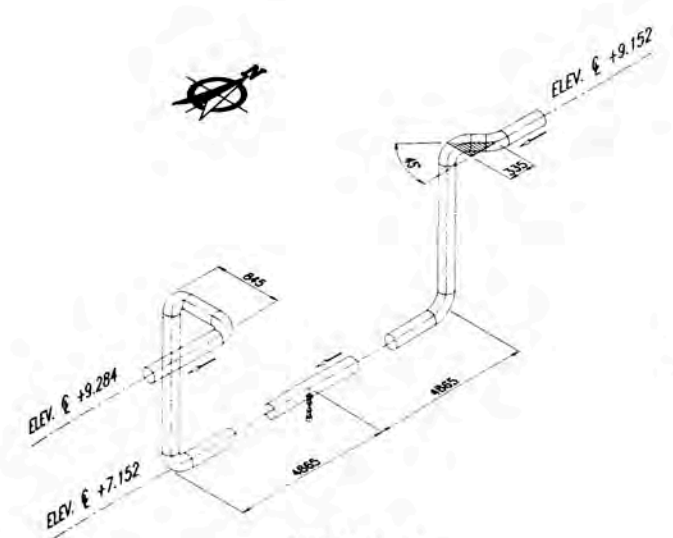
CORTE A-A
ESC 1/50



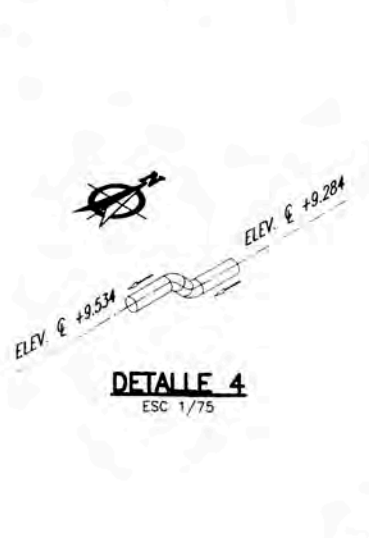
DETALLE 1
ESC 1/75



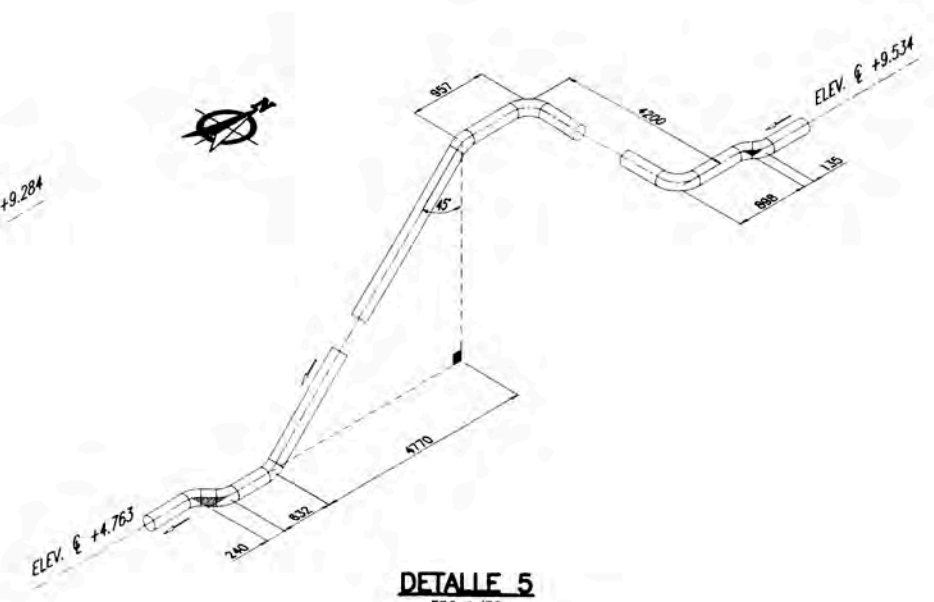
DETALLE 2
ESC 1/50



DETALLE 3
ESC 1/75



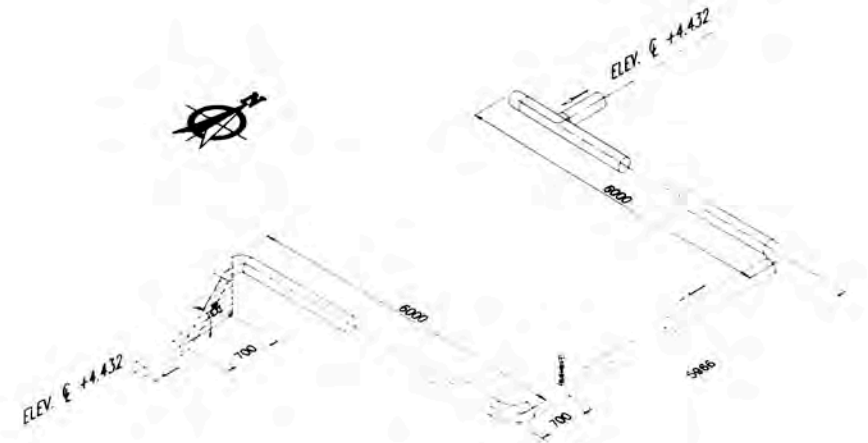
DETALLE 4
ESC 1/75



DETALLE 5
ESC 1/75



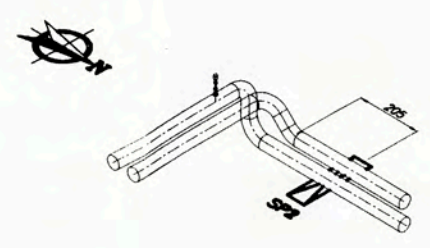
DETALLE 6
ESC 1/75



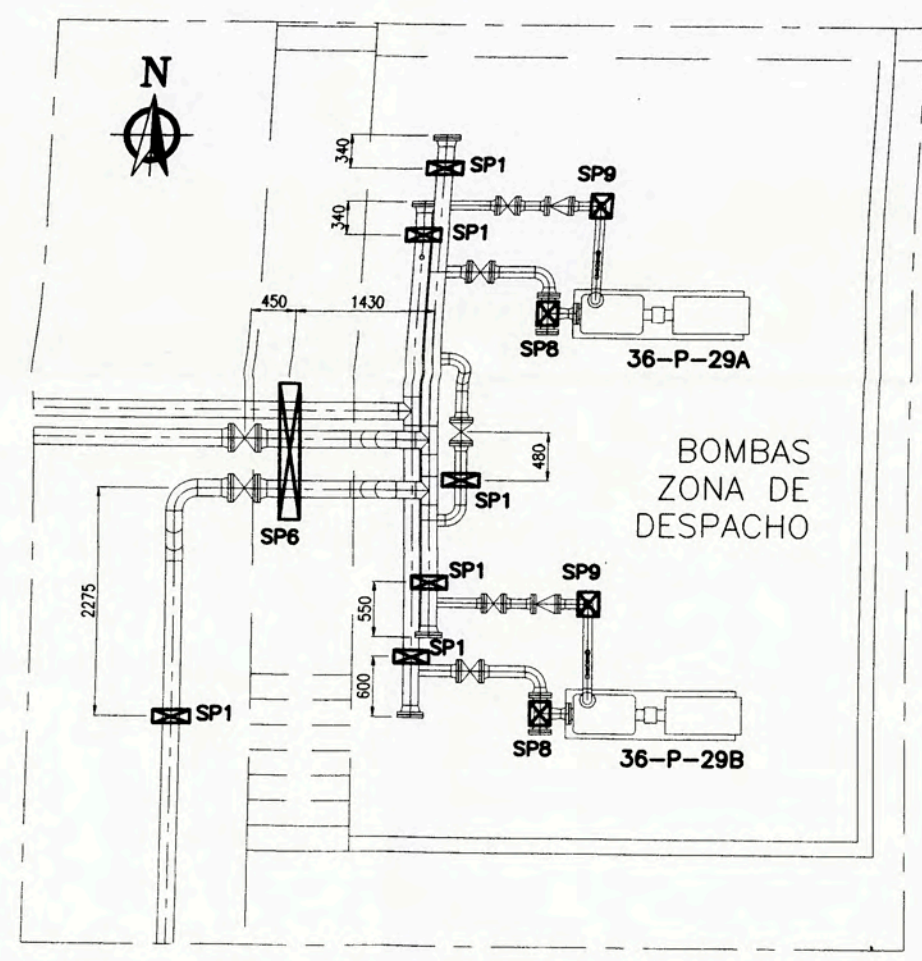
DETALLE 7
ESC 1/75

SIN CONTINUACION

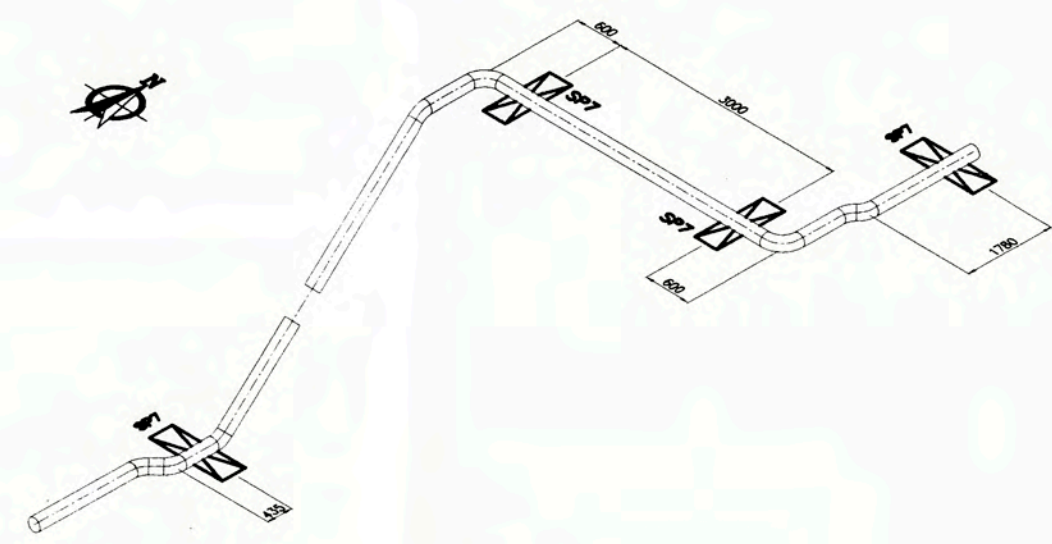
SIN CONTINUACION



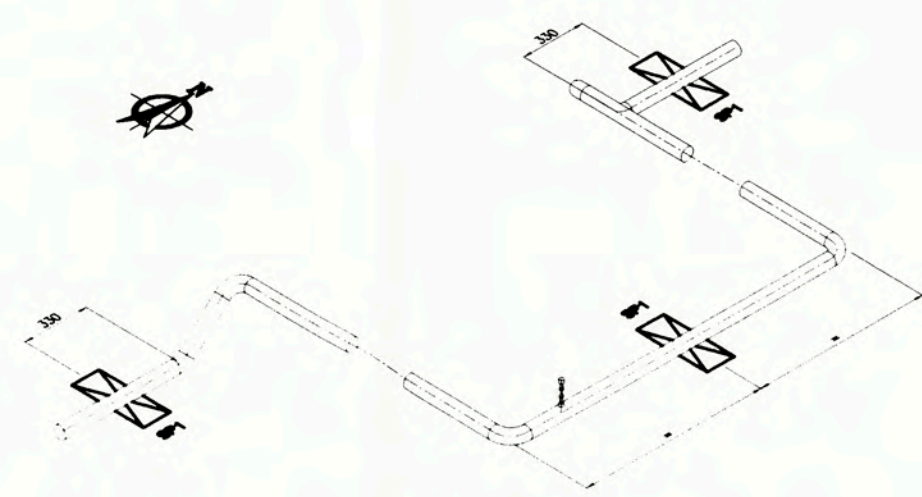
DETAIL 1
ESC 1/75



DETAIL 2
ESC 1/75

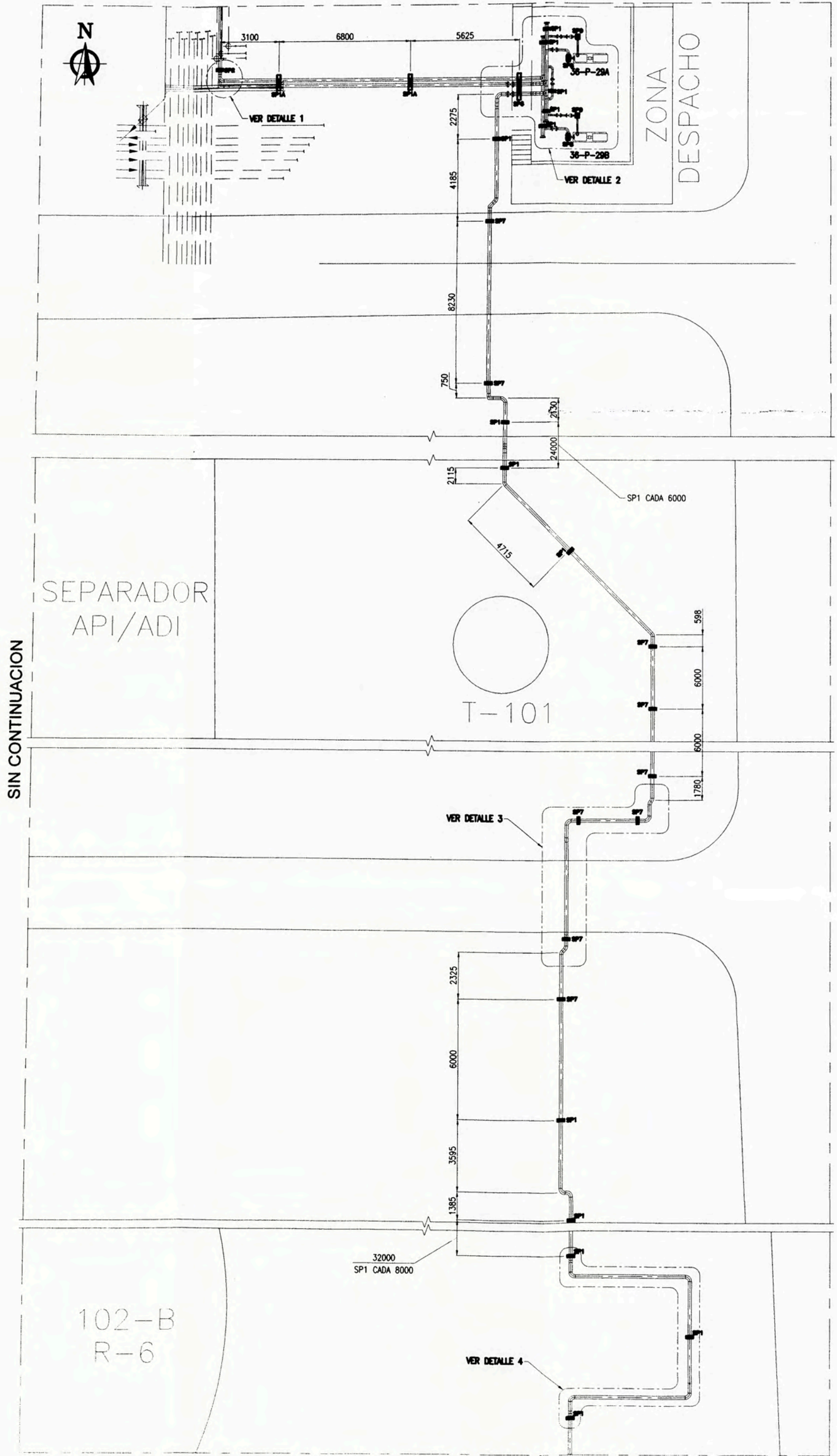


DETAIL 3
ESC 1/75



DETAIL 4
ESC 1/75

VIENE DE PLANO: 100-03-H2



CONTINUA EN PLANO: 100-05-H2

VISTA DE PLANTA
ESC 1/200

REFERENCIA DE PLANOS

- 1.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL
- Dwg.: 100-01-H1
- 2.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL (DETALLES)
- Dwg.: 100-01-H2
- 3.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg.: 100-02-H1
- 4.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg.: 100-02-H2
- 5.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg.: 100-03-H1
- 6.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg.: 100-03-H2
- 7.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg.: 100-04-H1
- 8.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg.: 100-05-H1
- 9.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg.: 100-05-H2
- 10.- SOPORTES METALICOS
- Dwg.: 100-06-H1

NOTAS

- 1.- VERIFICAR MEDIDAS EN CAMPO.

PLANO LLAVE

REV.	DESCRIPCION	REALIZADO	COMPROB.	APROBADO
2	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	RCB	21/04/08	RCB
1	EMITIDO PARA APROBACION	RCB	20/04/08	RCB

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

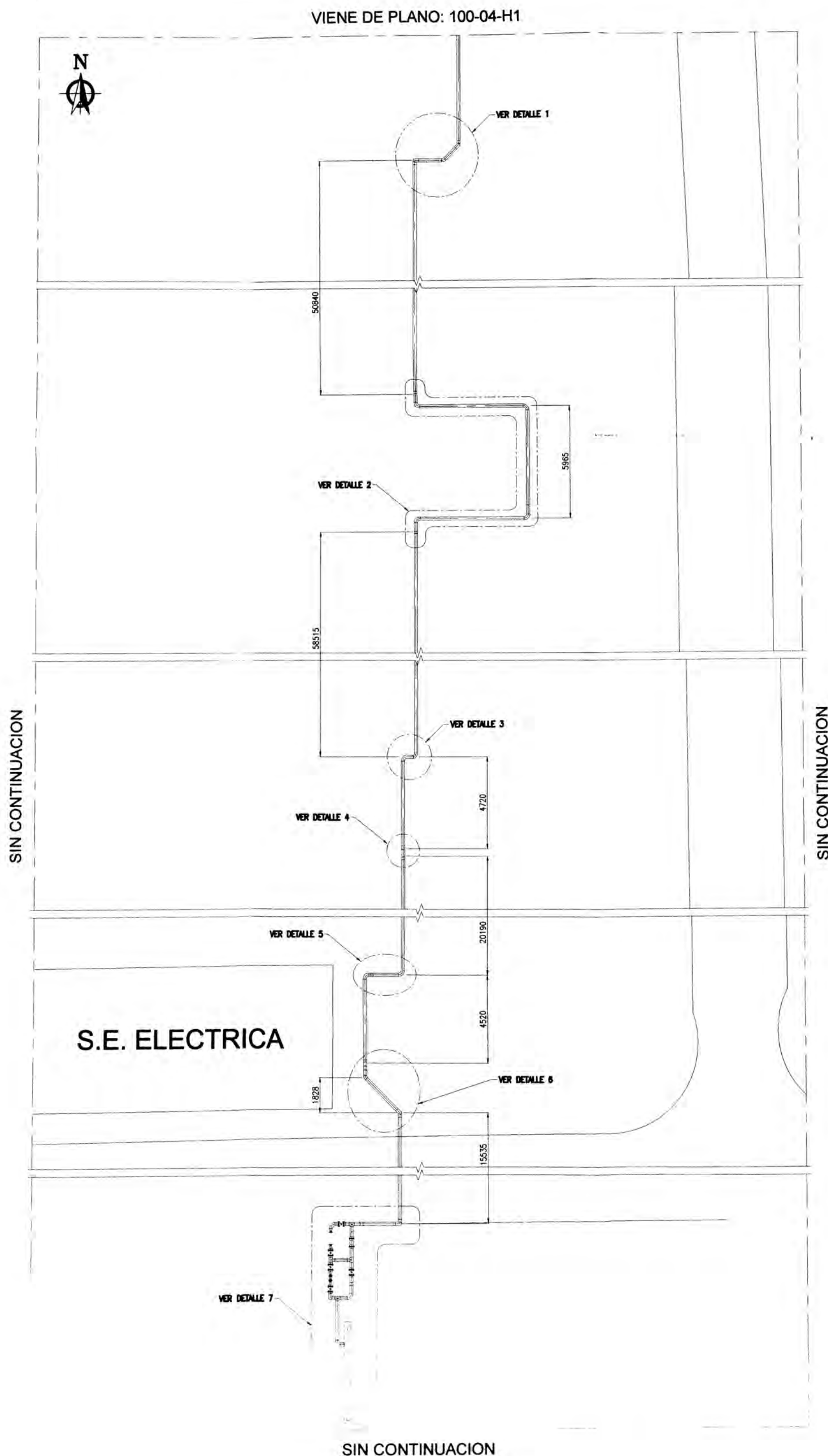
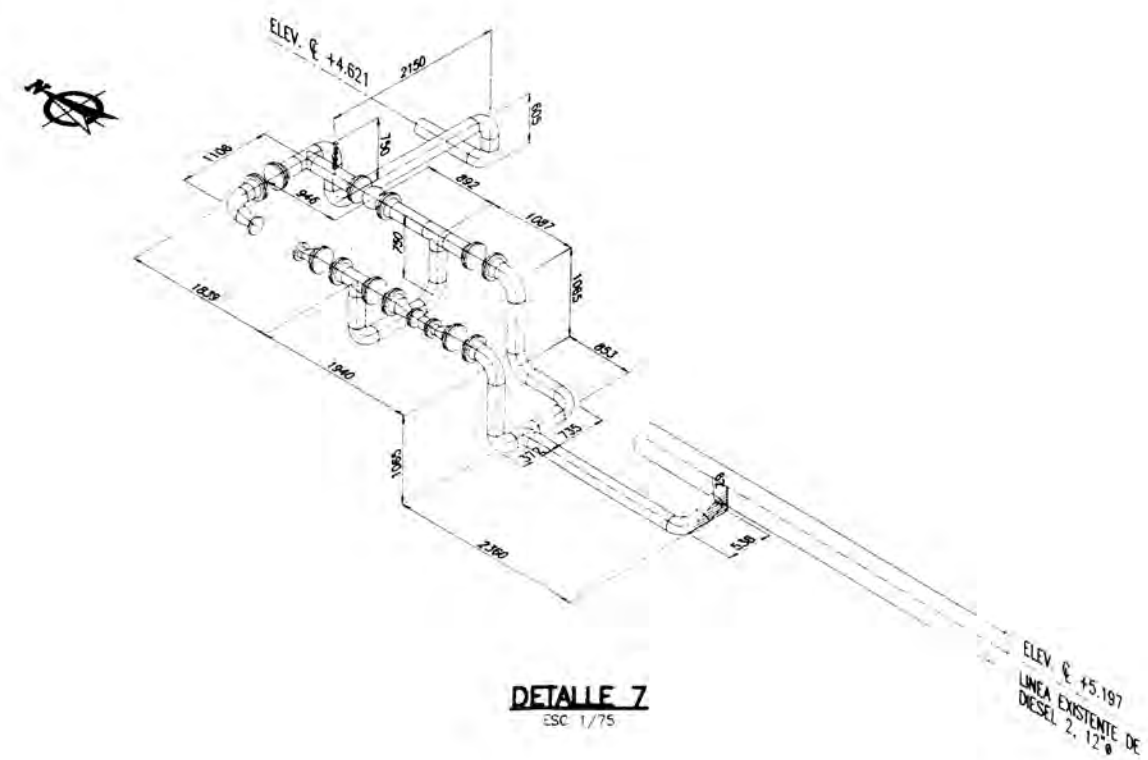
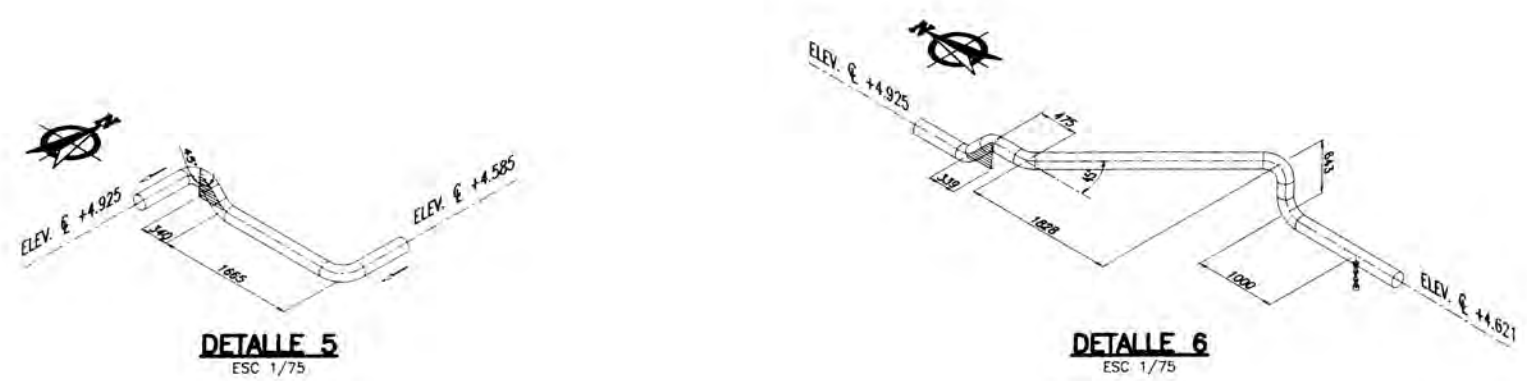
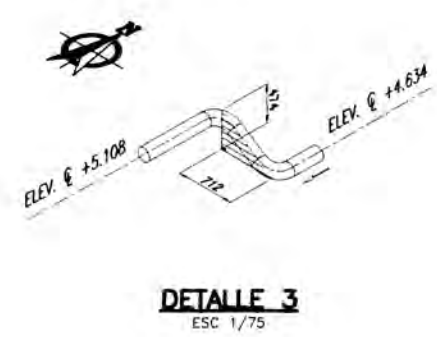
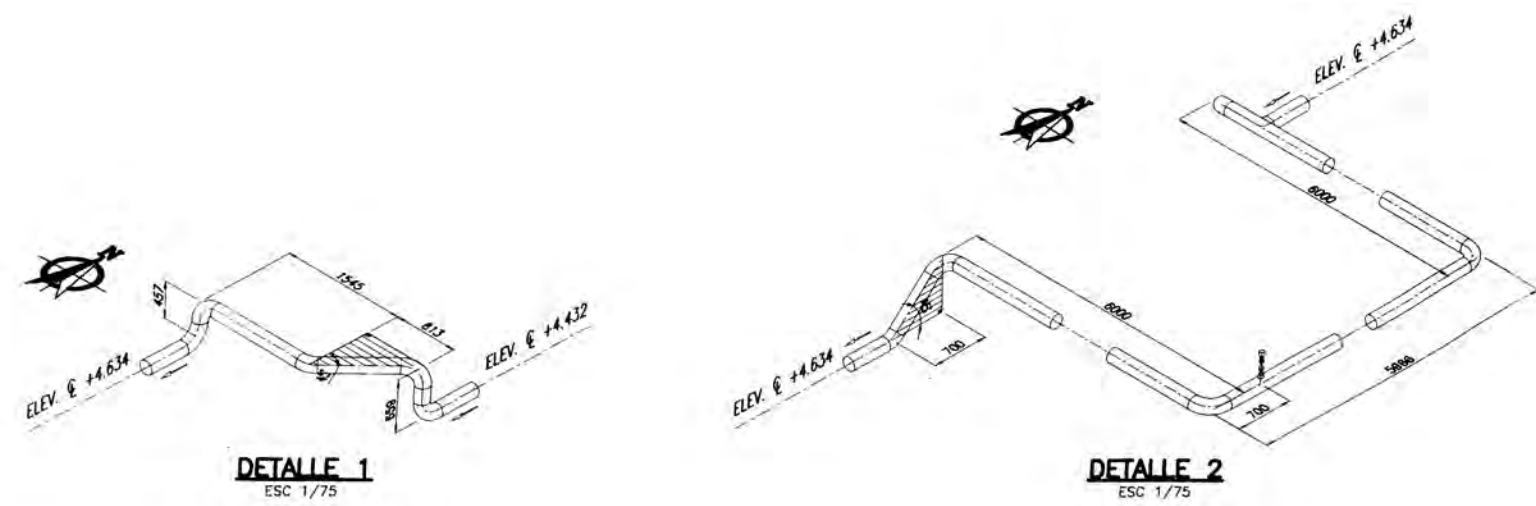
PROYECTO: INFORME DE SUFICIENCIA
DISEÑO DE SISTEMA DE TUBERIAS
PARA TRANSPORTE DE BIODIESEL DESDE
SU ALMACENAMIENTO HASTA SU VENTA

PLANO: ZONA BOMBAS DE DESPACHO
(UBICACION DE SOPORTES)

REALIZADO: BACHILLER RICARDO MANUEL GONZALES BUENO

NUMERO: 100-04-H2
Hoja 2 de 2

REV. 2



REFERENCIA DE PLANOS

- 1.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL
- Dwg. : 100-01-H1
- 2.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL (DETALLES)
- Dwg. : 100-01-H2
- 3.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg. : 100-02-H1
- 4.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg. : 100-02-H2
- 5.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg. : 100-03-H1
- 6.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg. : 100-03-H2
- 7.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS)
- Dwg. : 100-04-H1
- 8.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg. : 100-04-H2
- 9.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (UBICACION DE SOPORTES)
- Dwg. : 100-05-H2
- 10.- SOPORTES METALICOS
- Dwg. : 100-06-H1

NOTAS

- 1.- TODAS LAS ELEVACIONES SON ABSOLUTAS, REFERIDAS AL NIVEL DEL MAR +0.00
- 2.- PARA INSTALACIONN DE DRENAJES Y VENTOSOS, VER ESTANDAR DE LA EMPRESA.
- 3.- VERIFICAR MEDIDAS EN CAMPO.
- 4.- TODAS LAS TUBERIAS SERAN PROTEGIDAS CON ESQUEMA DE PINTURAS SEGUN ESTANDAR.

PLANO LLAVE

2	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	RCS	27/08/08	RCS	27/08/08
1	EMITIDO PARA APROBACION	RCS	26/04/08	RCS	26/04/08
REV.	INDICACION	REALIZADO	COMPROB.	APROBADO	

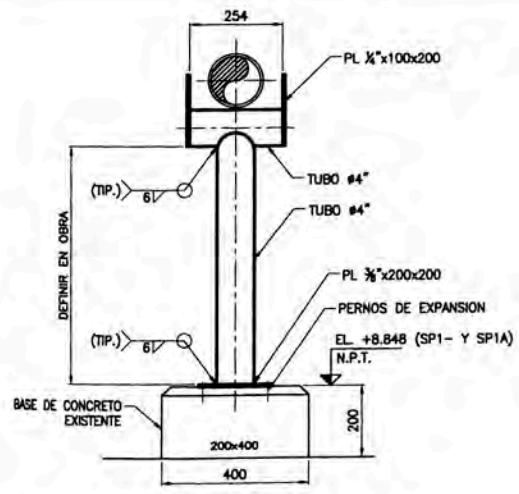
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO: **INFORME DE SUFICIENCIA DISEÑO DE SISTEMA DE TUBERIAS PARA TRANSPORTE DE BIODIESEL DESDE SU ALMACENAMIENTO HASTA SU VENTA**

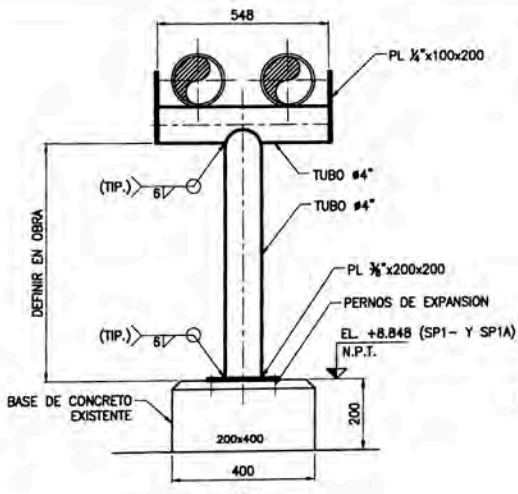
PLANO: ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (DETALLE DE TUBERIAS)

REALIZADO: BACHILLER RICARDO MANUEL GONZALES BUENO

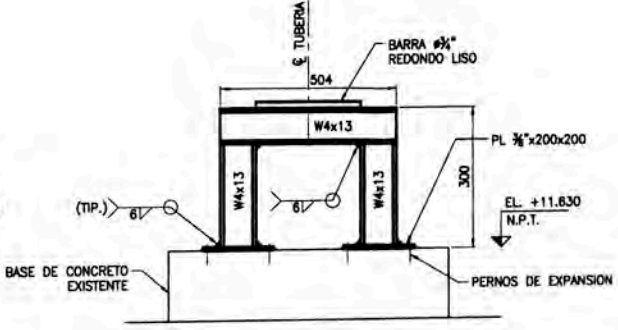
NUMERO: 100-05-H1	REV. 2
Hoja 1 de 2	



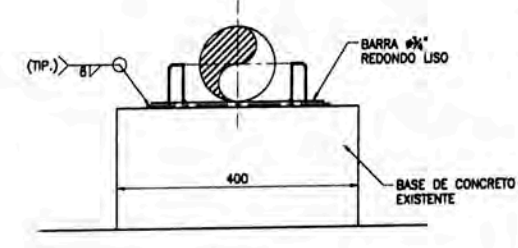
SP1
CANT.: 66



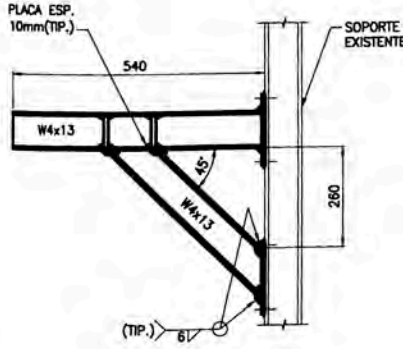
SP1A
CANT.: 2



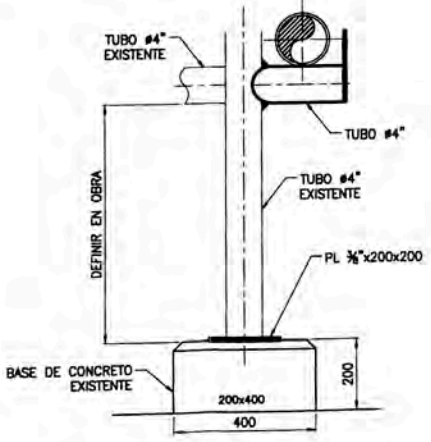
SP2
CANT.: 19



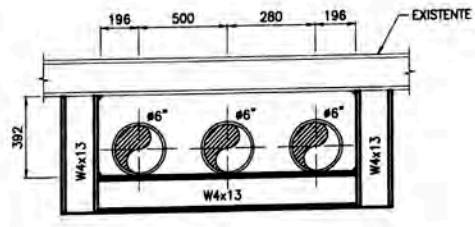
SP3
CANT.: 9



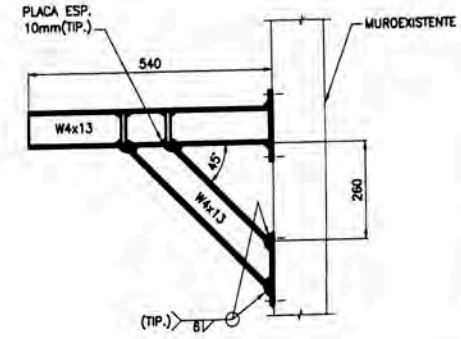
SP4
CANT.: 6



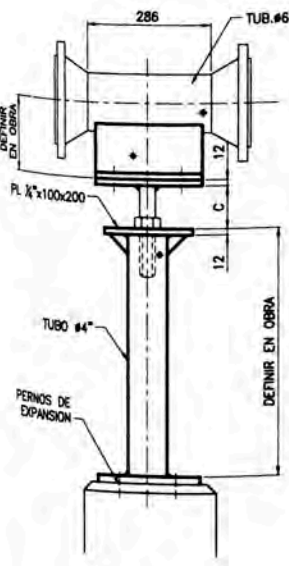
SP5
CANT.: 2



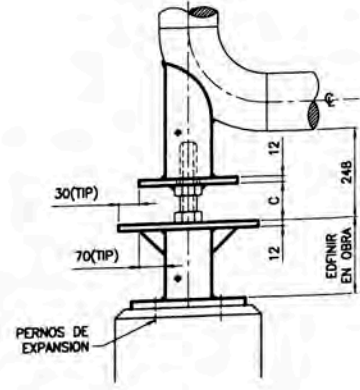
SP6
CANT.: 1



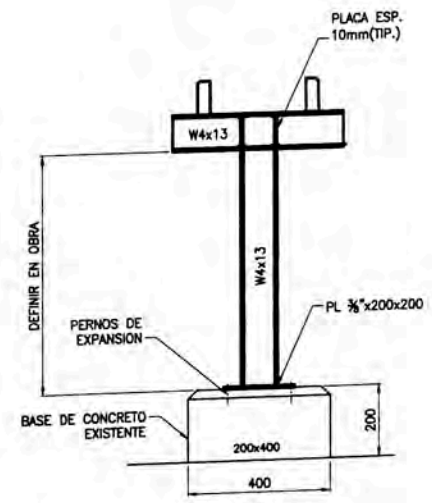
SP7
CANT.: 8



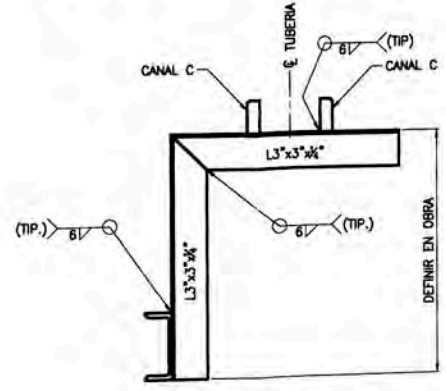
SP8
CANT.: 2



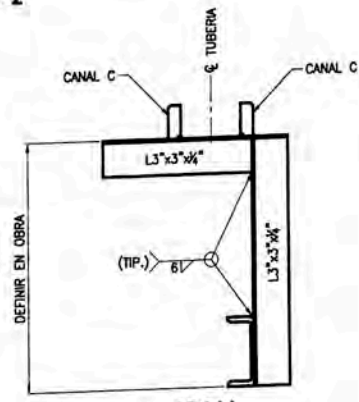
SP9
CANT.: 2



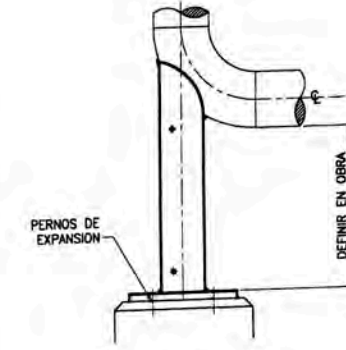
SP10
CANT.: 4



SP11
CANT.: 2



SP11A
CANT.: 1



SP12
CANT.: 1

REFERENCIA DE PLANOS

- 1.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL - Dwg. : 100-01-H1
- 2.- ESTRUCTURA METALICA DE PLATAFORMA EN ZONA DE DESCARGA BIODIESEL (DETALLES) - Dwg. : 100-01-H2
- 3.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS) - Dwg. : 100-02-H1
- 4.- ZONA DE DESCARGA DE BIODIESEL Y AREA DE VENTAS BIODIESEL - ISLAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTES) - Dwg. : 100-02-H2
- 5.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (DETALLE DE TUBERIAS) - Dwg. : 100-03-H1
- 6.- ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BIODIESEL EXISTENTES (UBICACION DE SOPORTES) - Dwg. : 100-03-H2
- 7.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (DETALLE DE TUBERIAS) - Dwg. : 100-04-H1
- 8.- ZONA DE BOMBAS DE DESPACHO (UBICACION DE SOPORTE) - Dwg. : 100-04-H2
- 9.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (DETALLE DE TUBERIAS) - Dwg. : 100-05-H1
- 10.- ZONA TERMINAL DE VENTAS A BUQUES TANQUE (UBICACION DE SOPORTES) - Dwg. : 100-05-H2

NOTAS

- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS ESTAN EN MILIMETROS Y LOS NIVELES EN METROS (SALVO INDICACION CONTRARIA).
- 2.- LAS DISCREPANCIAS ENTRE LOS PLANOS Y LAS ESPECIFICACIONES SERAN EN EL SIGUIENTE ORDEN:
PRIMERO : PLANOS DE DISEÑO
SEGUNDO: ESPECIFICACIONES
- 3.- LA ESTRUCTURA DE ACERO DEBE ESTAR DE ACUERDO CON LA NORMA ASTM A36, SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS.
- 4.- CONEXIONES:
- LAS CONEXIONES SERAN SOLDADAS EN EL TALLER Y EMPERNADAS EN EL CAMPO SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS DE DISEÑO.
- TODAS LAS CONEXIONES EMPERNADAS SE EFECTUARAN CON PERNOS DE ALTA RESISTENCIA A325.
- TODAS LAS CONEXIONES DE SOLDADURA SERAN DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS AWS D1.1 DEL ARCO ELECTRICO PROTEGIDO (AWS AS.1 E80XX).
- EL TAMARO MINIMO DEL FILETE DE SOLDADURA DEBE SER 3/16" (5mm), SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS DE DISEÑO.
- 5.- LA PINTURA EN ESTRUCTURAS DEBERA ESTAR DE ACUERDO CON LA ESPECIFICACION RESPECTIVA.
- 6.- EN PLATAFORMA SE CONSIDERARA GRATING SEGUN NORMA ESTABLECIDA.

PLANO LLAVE

2	EMITIDO PARA CONSTRUCCION				
1	EMITIDO PARA APROBACION				
REV.	DESCRIPCION	REALIZADO	CONTRAL	APROBADO	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO: **INFORME DE SUFICIENCIA DISEÑO DE SISTEMA DE TUBERIAS PARA TRANSPORTE DE BIODIESEL DESDE SU ALMACENAMIENTO HASTA SU VENTA**

PLANO: **SOPORTES METALICOS**

REALIZADO: **BACHILLER RICARDO MANUEL GONZALES BUENO**

NUMERO: **100-06-H1**

REV. **2**

APENDICE
PRESUPUESTO DE INVERSION

RESUMEN - PRESUPUESTO TOTAL

PROYECTO BIODIESEL

ITEM	DESCRIPCION	COSTO (US\$)
1.0	<i>INGENIERIA</i>	38,265.45
2.0	<i>EJECUCION DE OBRA</i>	211,319.71
3.0	<i>MATERIALES</i>	569,549.18
SUB TOTAL		819,134.34

CONTINGENCIAS (10%)	81913.43
MONTO TOTAL POR APROBAR US\$	901,047.77

1. PRESUPUESTO DETALLADO DE INGENIERIA

Proyecto:	PROYECTO BIODIESEL	Cliente:	REFINERIA
No de JOB:		Especialidad:	

Rev. 00

DISEÑO

		HH	PU (\$/HH)	Parcial
A	Ingeniería para estimado de inversión 1 Parte	154	23.78	3662.63
B	Ingeniería para estimado de inversión Escenario 2 Parte	51.8	23.31	1206.47
C	Ingeniería de detalle	1432.50	23.31	33396.35
			TOTAL \$	38265.45

DESAGREGADO DE LAS H-H DE LA INGENIERIA DETALLADA

Item	Tarea o Actividad	J.P.	Esp.	Dib.	
	Horas Escenario 1		1179.00		
	Mecánico				
1	Levantamiento topográfico		85.00		
2	Cálculo de flexibilidad		96.00		
	Electricidad e instrumentación				
3	Situación de Instrumento neumáticos		4.00	8.00	
4	Cajas de conexionado e interconexiones		4.00	6.00	
5	Situación de Válvulas y Ruta de Bandejas para Vía de Datos		4.00	6.00	
6	Diagramas de Cableado Típicos Para Conexionado de V. Motorizadas		4.00	8.00	
7	Seguridad de bombas		4.00	8.00	
8	Válvulas Motorizadas Vía de Datos MS-1		4.00	6.00	
	Civil				
9	Plano de loza de concreto		2.00	4.50	
	Total hH	0.00	1386.00	46.50	1432.50

(*) Referido a hoja de solicitud de planos y permisos de trabajo

2. PRESUPUESTO DETALLADO DE LA EJECUCION DE LA OBRA

PROYECTO BIODIESEL

Item	Elemento/Descripción	Unidad	Cantidad	Costo US\$		Total
				Unitario	Parcial	
02.01.00.00	OBRAS VARIAS					
02.01.01.00	Conexiones para Cromatógrafo y Analizador de Azufre	GLO	1.00	400.00	400.00	400.00
02.02.00.00	OBRA CIVIL(Incluye materiales)					54,228.08
02.02.01.00	OBRAS PRELIMINARES Y PROVISIONALES					
02.02.01.01	Trazo, Replanteo y control de movimiento de tierra	GLO	1.00	4,000.00	4,000.00	
02.02.01.02	Cerco provisional	GLO	1.00	800.00	800.00	
02.02.02.00	DEMOLICIONES				0.00	
02.02.02.01	Demolición y eliminación de carpeta asfáltica de e = 2" a 3", incluye corte de carpetas asfálticas	M2	18.00	8.83	159.00	
02.02.03.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				0.00	
02.02.03.01	Compactación y nivelación de terreno, incluye humectación y equipos de compactación, incluye replanteo	M2	292.00	1.29	375.23	
02.02.03.02	Excavación de terreno por medios manuales, incluye replanteo	M3	193.49	10.03	1,940.72	
02.02.03.03	Relleno con material propio humectado y compactado	M3	37.80	13.20	498.93	
02.02.03.04	Eliminación de material excedente, incluyendo acarreo a vertedero autorizado, de toda clase de materiales inertes sobrantes de la excavación, para las certificaciones se considera el volumen en banco	M3	103.42	17.92	1,853.40	
02.02.03.05	Excavación para cimentación de soportes	M3	13.00	10.00	130.00	
02.02.03.06	Eliminación de material excedente	M2	13.00	14.00	182.00	
02.02.04.00	OBRAS DE CONCRETO					
02.02.04.01	Suministro y puesta en obra de concreto para solados, f'c= 100 kg/cm2 con cemento tipo V de planta a hormigonar "in situ", incluye herramientas, colocación, aditivos, compactación y curado.	M3	13.72	82.11	1,126.64	
02.02.04.02	Suministro y puesta en obra de concreto para Soportes de tubería y plataformas, f'c= 250kg/cm2 con cemento tipo V de planta a hormigonar "in situ", incluye herramientas, colocación, aditivos, compactación y curado.	M3	119.71	154.74	18,522.86	
	Concreto F'c=150 kg/cm2 Solado	M3	1.50	85.00	127.50	

02.02.04.03	Encofrado y desencofrado recto de madera machihembrada (con junta metálica si es admitido por la Propiedad) encepado, riostra o alojamiento para elemento prefabricado, incluye herramientas, formación, colocación, suministro	M2	622.28	16.01	9,962.24	
02.02.04.04	Suministro, corte, doblado y colocación, de barras de acero corrugado, $f_y=4200$ kg/cm ² , incluye herramientas, despuntes, solapes, separadores del encofrado, alambre y soldadura.	KG	7,704.88	1.68	12,953.82	
	Barra lisa Ø1/2"	KG	27.00	1.50	40.50	
02.02.05.00	TRABAJOS DE OBRA CIVIL Y VARIOS					
02.02.05.01	Levantamiento de sello y tapas de hormigón en canales de cables, incluyendo el acopio temporal de las tapas al borde de canal, la posterior colocación de estas en su emplazamiento original, sellado de las juntas y reposición de todo el material que resulte dañado durante las operaciones anteriormente descritas	M2	85.00	18.30	1,555.25	
02.03.00.00	OBRAS METALMECANICAS					112,407.76
02.03.01.00	ESTRUCTURAS METALICAS					
02.03.01.01	Suministro, prefabricación y montaje de perfiles de acero al carbono menores a 4", para toda clase de estructuras y soportes livianos, de acuerdo con el Pliego de Condiciones Particulares y Especificación de Construcción EC-M52, incluyendo el montaje de todos los elementos que componen el conjunto (vigas, columnas, arriostramiento, placas, cartelas, etc.)	KG	1322.00	2.84	3,754.48	
02.03.01.02	Suministro, prefabricación y montaje de perfiles de acero al carbono de 4" a 8", para toda clase de estructuras y soportes semi-pesados, de acuerdo con el Pliego de Condiciones Particulares y Especificación de Construcción EC-M52, incluyendo el montaje de	KG	1,000.00	2.62	2,620.00	
02.03.02.00	TUBERIAS Y ACCESORIOS					
02.03.02.01	Prefabricación, montaje, pruebas y lavado de tuberías y/o accesorios de acero al carbono (incluso válvulas, filtros y elementos similares soldados en línea), de acuerdo con el Pliego de Condiciones Particulares y Especificaciones de Construcción EC-L51 y EC-B51. Para tubería en \varnothing nominal de 1/2 a 1.1/2"	KG	361.39	2.52	910.71	

02.03.02.02	Prefabricación, montaje, pruebas y lavado de tuberías y/o accesorios de acero al carbono (incluso válvulas, filtros y elementos similares soldados en línea), de acuerdo con el Pliego de Condiciones Particulares y Especificaciones de Construcción EC-L51 y EC-B51. Para tubería en \varnothing nominal de 2" a 4".	KG	4077.56	2.20	8,970.63
02.03.02.03	Prefabricación, montaje, pruebas y lavado de tuberías y/o accesorios de acero al carbono (incluso válvulas, filtros y elementos similares soldados en línea), de acuerdo con el Pliego de Condiciones Particulares y Especificaciones de Construcción EC-L51 y EC-B51. Para tubería en \varnothing nominal de 6" a 8".	KG	31586.60	1.70	53,697.22
02.03.03.00	ELEMENTOS BRIDADOS Y ENTRE BRIDAS				0.00
02.03.03.01	Montaje ó desmontaje de elementos bridados de acero al carbono, aleado, aleado e inoxidable, de acuerdo con el Pliego de Condiciones Particulares y Especificación de Construcción EC-L51 y EC-B51. Para elementos de Rating 150 lbs de \varnothing nominal de 1/2" a 1.1/2"	EA	27.00	12.54	338.58
02.03.03.02	Montaje ó desmontaje de elementos bridados de acero al carbono, aleado, aleado e inoxidable, de acuerdo con el Pliego de Condiciones Particulares y Especificación de Construcción EC-L51 y EC-B51. Para elementos de Rating 150 lbs de \varnothing nominal de 2" a 4".	EA	30.00	20.74	622.31
02.03.03.03	Montaje ó desmontaje de elementos bridados de acero al carbono, aleado, aleado e inoxidable, de acuerdo con el Pliego de Condiciones Particulares y Especificación de Construcción EC-L51 y EC-B51. Para elementos de Rating 150 lbs de \varnothing nominal de 6" a 8".	EA	106.00	24.31	2,576.50
02.03.04.00	INSPECCION RADIOGRAFICA DE UNIONES SOLDADAS				0.00
02.03.04.01	Inspección radiográfica de juntas soldadas de acuerdo a la especificación de construcción EC-L-51	EA	54.00	37.25	2,011.76
02.03.05.00	PREPARACION Y PINTADO DE SUPERFICIES				0.00

02.03.05.01	Preparación de superficies mediante chorro abrasivo en seco hasta Sa 2 ½ (al metal blanco), incluyendo eliminación de rebabas, exfoliaciones y daños de soldadura, así como eliminación de sales con agua dulce a presión siempre que se detecte su presencia, todo ello de acuerdo con la especificación de construcción, EC-B57, para estructuras y tuberías.	M2	790.60	4.13	3,265.18
02.03.05.02	Aplicación de una capa de imprimación de zinc inorgánico de 70 micras de espesor película seca de acuerdo con la especificación de construcción EC-B57, para estructuras y tuberías.	M2	790.60	7.07	5,588.04
02.03.05.03	Aplicación de una capa intermedia de pintura epoxi poliamida amina repintable de 100 micras de espesor película seca. Previamente se realizará una limpieza y cepillado manual seguido de baldeo con agua dulce y parcheo de daños o zonas de soldadura con imprimación epoxi rica en zinc, todo ello de acuerdo con la especificación de construcción EC-B57, para estructuras y tuberías.	M2	790.60	4.60	3,638.00
02.03.05.04	Aplicación de dos capas de acabado de poliuretano alifático de 40 micras de espesor película seca cada una, de acuerdo con la especificación de construcción EC-B57, para estructuras y tuberías.	M2	790.60	9.02	7,131.21
02.03.06.00	SISTEMA CONTRA INCENDIO				0.00
02.03.06.01	Tendido de Tubería de 4 pulg. Acero galvanizado	KG	1600.00	2.20	3,513.72
02.03.06.02	Suministro y construcción de base de concreto para instalación de válvula de diluvio y accesorios	GLO	1.00	500.00	500.00
02.03.06.03	Montaje de válvula de diluvio y accesorios	GLO	1.00	1200.00	1,200.00
02.03.06.04	Suministro e instalación de rociadores de Agua de 1/2".	EA	4.00	150.00	600.00
02.03.06.05	Suministro, prefabricación y montaje de perfiles de acero al carbono menores a 4", para toda clase de estructuras y soportes livianos	KG	600.00	2.84	1,706.78
02.03.06.06	Suministro, prefabricado, montaje imprimación y pintura para soportes de tuberías aéreas contra incendio	GLO	1.00	200.00	200.00
02.03.06.07	Suministro e instalación de pulsadores de emergencia para Sist. C. I.	EA	2.00	300.00	600.00
02.03.07.00	MONTAJE DE EQUIPOS				0.00
02.03.07.01	Brazo de descarga desde cisterna	EA	1.00	150.00	150.00
02.03.07.02	Bomba 100 M3/H 150 LB	EA	2.00	600.00	1,200.00
02.03.07.03	Strainer 4" ANSI 150 LB	EA	1.00	25.00	25.00

02.03.07.04	Air Eliminator	EA	1.00	20.00	20.00	
02.03.07.05	PD meter. MODELO PRIME 4"	EA	1.00	100.00	100.00	
02.03.07.06	210 Valve SET STOP 4"	EA	1.00	80.00	80.00	
02.03.07.07	Bomba 52,5 M3/H 150LB	EA	2.00	400.00	800.00	
02.03.07.08	Instalación y calibración de toma para Manómetro / termómetro. Incluye Instalación de válvulas y accesorios soldables de 1/2" Ø - 3/4" Ø, manómetro / termómetro.	EA	4.00	71.91	287.64	
02.03.08.00	INSTALACIONES VARIAS					0.00
02.03.08.01	Servicio de Agua (Incluye accesorios)	GLO	1.00	1200.00	1,200.00	
02.03.08.02	Servicio de Aire a Planta de Venta (incluye Tanque pulmón)	GLO	1.00	1500.00	1,500.00	
02.03.08.03	Servicio de Vapor (solo en zona Bombeo 1)	GLO	1.00	600.00	600.00	
02.03.08.04	Techo metálico para protección de equipos electrónicos	GLO	1.00	3000.00	3,000.00	
02.04.00.00	OBRAS INSTRUMENTACION					30,440.00
02.04.00.01	Trabajos de interconexión y pruebas	GLB	1.00	15000.00	15,000.00	
02.04.01.00	INSTALACIÓN, RETIRO Y/O CAMBIO DE INSTRUMENTOS Y TRANSMISORES EN GENERAL					0.00
02.04.01.01	Instalación de tubería para aire de instrumentación	ML	70.00	8.00	560.00	
02.04.01.02	Tendido de cables de comunicación por bandeja y por ducto, cables de 6x2x1.5 mm ² y de 3x4mm ² , para conexión desde Microload hasta Sala de control, incluye instalación de prensaestopas y soportes.	UND	150.00	28.00	4,200.00	
02.04.01.03	Instalación de bandeja perforada hasta 100mm de ancho, incluye suministros e instalación de soportes y partes proporcional de accesorios.	ML	150.00	22.54	3,381.00	
02.04.01.04	Fabricación e instalación de curvas (45°, 90°, tee, etc.) para bandeja de 100mm de ancho, incluye pintado de la misma.	UND	30.00	23.30	699.00	
02.04.01.05	Tendido de cables de control desde actuadores de válvulas motorizadas hasta Master Station-1, por bandejas existentes.	ML	300.00	22.00	6,600.00	
02.04.01.06	Instalación de Válvulas de Control de 6"	UNDC	1.00	88.00	88.00	
02.04.01.07	Instalación de Válvulas de Control de 12"	Und	1.00	200.00	200.00	
02.04.01.08	Instalación de bandeja perforada hasta 100 mm de ancho, incluye suministros e instalación de soportes y partes proporcional de accesorios.	ML	115.20	22.61	2,604.46	
02.04.01.09	Instalación de bandeja perforada superior a 100 mm, incluye suministro e instalación de soportes y parte proporcional de accesorios.	ML	48.00	42.25	2,027.89	

02.04.01.10	Fabricación e instalación de curvas (45°, 90°, tee, etc) para bandeja de 100mm de ancho, incluye pintado de la misma.	UND	10.00	23.30	233.00	
02.04.01.11	Conexión a cables individuales por bandeja, para instrumentos y cajas de derivación, incluye instalación de prensaestopas.	Und	7.00	26.33	184.30	
02.04.01.12	Instalación de Caja de derivación	Und	1.00	100.00	100.00	
02.04.01.13	Tendido de cables de 01 par	ML	100.00	3.94	394.00	
02.04.01.14	Tendido de cables de 24 pares	ML	600.00	3.94	2,364.00	
02.05.00.00	OBRAS ELECTRICAS				0.00	5,648.22
02.05.01.00	TENDIDO DE CABLES				0.00	
02.05.01.01	Tendido de cables sobre bandeja existente, situadas hasta una altura de 1,5m sobre la plataforma de trabajo, para cable con sección de 3x6mm ² +1x6mm ² RVMV	ML	150.00	2.50	375.00	
02.05.01.02	Tendido de cables sobre canaleta existente, para cable con sección de 3x6mm ² +1x6mm ² RVMV	ML	210.00	3.50	735.00	
02.05.01.03	Tendido de cables sobre bandeja existente, situadas hasta una altura de 1,5m sobre la plataforma de trabajo, para cable con sección de 3x10mm ² +1x10mm ² RVMV	ML	120.00	2.20	264.00	
02.05.01.04	Tendido de cables en zanjas, para cable con sección de 3x10mm ² +1x10mm ² RVMV	ML	50.00	3.20	160.00	
02.05.01.05	Tendido de cables sobre bandeja existente, situadas hasta una altura de 1,5m sobre la plataforma de trabajo, para cable con sección de 3x6mm ² RVMV.	ML	60.00	2.20	132.00	
02.05.01.06	Tendido de cables en zanjas. Para cable con sección de 3x6 mm ² RVMV	ML	30.00	3.20	96.00	
02.05.02.00	INSTALACIÓN DE BANDEJAS				0.00	
02.05.02.01	Instalación de Bandeja perforada o de escalera para cables, a una altura de más de 3m sobre la plataforma de trabajo, sobre estructura de acero u hormigón, para bandeja de 100m de ancho.	ML	80.00	16.55	1,324.00	
02.05.03.00	TERMINACIÓN Y CONEXIONADO DE CABLES				0.00	
02.05.03.01	Terminación y conexionado de cable armado de baja tensión con prensaestopas para estación de maniobras o de cajas de derivación para cable RVMV o similar de 7x2,5 mm ²	UD	3.00	9.97	29.91	
02.05.03.02	Terminación y conexionado de cable armado de baja tensión con prensaestopas, para alimentación de motores, para cable RVMV o similar de 3x6 mm ²	UD	3.00	18.00	54.00	

02.05.03.03	Terminación y conexionado de cable armado de baja tensión con prensaestopas, para alimentación de motores, para cable RVMV o similar de 3x10 mm2	UD	2.00	25.00	50.00
02.05.03.04	Terminación y conexionado de cable armado de baja tensión sin prensaestopas en MCC para cable RVMV o similar de 3x6 mm2	UD	2.00	16.87	33.74
02.05.03.05	Terminación y conexionado de cable armado de baja tensión sin prensaestopas en MCC para cable RVMV o similar de 3x10 mm2	UD	1.00	18.50	18.50
02.05.04.00	ILUMINACIÓN				0.00
02.05.04.01	Desmontaje de poste de concreto instalado en planta de ventas	UD	1.00	160.00	160.00
02.05.04.02	Montaje de Poste de fierro de 5 m y equipo de vapor de sodio, incluyendo las operaciones de fijación, sujeción de la luminaria, colocación de las lámparas, montaje y conexión de la caja de Instalación.	UD	4.00	170.00	680.00
02.05.05.00	FUERZA				0.00
02.05.05.01	Montaje de estación de maniobra o interruptor simple en soporte metálico anclado al suelo s/ PED- P-1111 hoja 8/17, Incluyendo las operaciones de instalación del perfil soporte con sus elementos de fijación sobre la bancada de hormigón.	UD	3.00	101.91	305.73
02.05.05.02	Montaje de nuevo CCM	UD	1.00	750.00	750.00
02.05.05.03	Conexión mediante soldadura aluminotérmica CADWELD de cable de tierra de 35 mm2, para puesta a tierra de equipos ,carcasas, botoneras etc.	UD	6.00	26.79	160.74
02.05.05.04	Tendido de cable de tierra de 70 mm2, por zanja. La apertura de la zanja y su posterior tapado se incluye en la parte civil.	ML	60.00	1.16	69.60
02.05.05.05	Soldadura, varilla, conectores y accesorios varios	GLB	1.00	250.00	250.00
SUB TOTAL US\$					211,319.71

3.0 PRESUPUESTO DETALLADO DE LA LISTA DE MATERIALES
PROYECTO BIODIESEL

Item	Elemento/Descripción	Unidad	Cantidad	Costo US\$		
				Unitario	Parcial	Total
03.01.00.00	SUMINISTRO EQUIPOS DE LABORATORIO					
03.01.00.01	CROMATOGRAFO Y ESTANDARES DE CALIBRACION	EA	1.00	85,000.00	85,000.00	210,000.00
03.01.00.02	ESTABILIDAD A LA OXIDACION	EA	1.00	50,000.00	50,000.00	
03.01.00.03	EQUIPO CFPP O POFF	EA	1.00	25,000.00	25,000.00	
03.01.00.04	EQUIPO DE LUBRICIDAD	EA	1.00	40,000.00	40,000.00	
03.01.00.05	ACCESORIOS Y MUEBLES ANEXOS	EA	1.00	10000.00	10,000.00	
03.02.00.00	ACCESORIOS MECANICOS					285,001.68
03.02.01.00	TUBERIAS Y ACCESORIOS					
03.02.01.01	BRIDA CIEGA Ø 8" 150# SCH 40 ASTM A-105	EA	4.00	32.00	128.00	
03.02.01.02	BRIDA CIEGA Ø 6" 150# SCH 40 ASTM A-105	EA	4.00	29.00	116.00	
03.02.01.03	BRIDA SW 3/4" X 150# ASTM A-105	EA	8.00	17.50	140.00	
03.02.01.04	BRIDA WN Ø12"x150# ASTM A-105	EA	1.00	136.50	136.50	
03.02.01.05	BRIDA WN Ø 6" 150# SCH 40 ASTM A-105	EA	60.00	35.00	2,100.00	
03.02.01.06	BRIDA WN Ø 8"150# SCH 40 ASTM A-105	EA	8.00	40.00	320.00	
03.02.01.07	CODO 45° BW Ø 6" SCH 40 ASTM A-234 GR. WPB	EA	14.00	21.00	294.00	
03.02.01.08	CODO 45° BW Ø 8" SCH 40 ASTM A-234 GR. WPB	EA	6.00	35.00	210.00	
03.02.01.09	Codo 90°xØ12" RL ASTM A-234 Gr WPB Sch 40	EA	1.00	168.00	168.00	
03.02.01.10	CODO 90° BW Ø 6" SCH 40 ASTM A-234 GR. WPB	EA	34.00	21.00	714.00	
03.02.01.11	CODO 90° BW Ø 8" SCH 40 ASTM A-234 GR. WPB	EA	8.00	45.00	360.00	
03.02.01.12	CODO 90° SW Ø 3/4" 3000# ASTM A-105	EA	10.00	6.50	65.00	
03.02.01.13	ESPARRAGOS 7/8"X 6"CON 2 TUERCAS, ASTM A-193 GR. B7 / ASTM A-194 GR. 2H	EA	12.00	2.88	34.56	
03.02.01.14	ESPARRAGOS 1/2"X 2.75"CON 2 TUERCAS, ASTM A-193 GR. B7 / ASTM A-194 GR. 2H	EA	32.00	0.80	25.60	
03.02.01.15	ESPARRAGOS 3/4"X 4 1/4"CON 2 TUERCAS, ASTM A-193 GR. B7 / ASTM A-194 GR. 2H	EA	456.00	1.80	820.80	
03.02.01.16	FILTROS STRAINER Ø6"	EA	4.00	550.00	2,200.00	
03.02.01.17	JUNTA ESPIROMETALICA Ø 3/4" 150# API 601	EA	8.00	6.00	48.00	
03.02.01.18	JUNTA ESPIROMETALICA Ø 6" 150# API 601	EA	79.00	7.50	592.50	

03.02.01.19	JUNTA ESPIROMETALICA Ø 8" 150# API 601	EA	16.00	12.00	192.00
03.02.01.20	JUNTA ESPIROMETALICA Ø 12" 150# API 601	EA	1.00	130.00	130.00
03.02.01.21	NIPLES PE 3/4"X4" SCH 80 ASTM A-106 GR. B	EA	28.00	2.50	70.00
03.02.01.22	NIPLES TOE 3/4"X4" SCH 80 ASTM A-106 GR. B	EA	28.00	2.50	70.00
03.02.01.23	MANGUITO NPT/H SW ¾"Ø 3000# ASTM A-105	EA	10.00	2.20	22.00
03.02.01.24	SOCKOLET 6"X3/4" SCH XS ASTM A-105	EA	9.00	3.50	31.50
03.02.01.25	SOCKOLET 8"X3/4" SCH XS ASTM A-105	EA	2.00	3.50	7.00
03.02.01.26	SOCKOLET 8"X3/4" SCH XS ASTM A-105	EA	6.00	7.50	45.00
03.02.01.27	TAPON ROSCADO HEMBRA ¾" 3000# ASTM A-376 GR. 1525	EA	11.00	3.50	38.50
03.02.01.28	TEE Ø 6" SCH 40 ASTM A-234 GR. WPB	EA	3.00	56.00	168.00
03.02.01.29	TEE Ø 8" SCH 40 ASTM A-234 GR. WPB	EA	4.00	70.00	280.00
03.02.01.30	TEE SW ¾"Ø, 3000# ASTM A- 105	EA	4.00	7.90	31.60
03.02.01.31	Red. conc. Ø12"xØ6" ASTM A- 234 Gr WPB Sch 40	EA	1.00	55.00	55.00
03.02.01.32	TUBO Ø 8" SCH 20 ASTM A-53 GR. B TP. S	EA	70.00	280.00	19,600.00
03.02.01.33	TUBO Ø 6" SCH 40 ASTM A-53 GR. WPB	EA	104.00	185.00	19,240.00
03.02.01.34	TUBO PE ¾"SCH 80 ASTM A- 53 GR.B TP.S	EA	2.00	15.00	30.00
03.02.01.35	VALVULA CHECK BRIDADA Ø 6"x150# ASTM A-216 WCB	EA	4.00	537.60	2,150.40
03.02.01.36	VALVULA CHECK BRIDADA Ø 8"x150# ASTM A-216 WCB	EA	2.00	595.00	1,190.00
03.02.01.37	VALVULA DE ALIVIO BRIDADA ¾"x800#	EA	4.00	600.00	2,400.00
03.02.01.38	VALVULA DE COMPUERTA BRIDADA Ø 6"x150# ASTM A- 216 WCB	EA	6.00	600.00	3,600.00
03.02.01.39	VALVULA DE COMPUERTA BRIDADA Ø 8"x150# ASTM A- 216 WCB	EA	2.00	900.00	1,800.00
03.02.01.40	VALVULA DE COMPUERTA S.W. Ø ¾"x800# ASTM A-105	EA	24.00	36.00	864.00
03.02.01.41	VALVULA DE GLOBO SW Ø ¾"x800# ASTM A-105	EA	4.00	51.98	207.92
03.02.01.42	VALVULA DE GLOBO BRIDADA Ø 6"x150# ASTM A-216 WCB	EA	2.00	990.00	1,980.00
03.02.02.00	RECEPCION DE BODIESEL				
03.02.02.01	BRAZO DE DESCARGA A CISTERNA	EA	1.00	13000.00	13,000.00
03.02.02.02	BOMBA 100 M3/H 150 LB	EA	2.00	43360.00	86,720.00

03.02.02.03	STRAINER 4" ANSI 150 LB	EA	1.00	2000.00	2,000.00		
03.02.02.04	AIR ELIMINATOR	EA	1.00	13000.00	13,000.00		
03.02.02.05	PD METER. MODELO PRIME 4"	EA	1.00	11200.00	11,200.00		
03.02.02.06	MANOMETRO (CONVENCIONAL)	EA	2.00	100.00	200.00		
03.02.02.07	210 VALVE SET STOP 4"	EA	1.00	7275.00	7,275.00		
03.02.03.00	DESPECHO DE BIODIESEL						
03.02.03.01	MANOMETRO (CONVENCIONAL)	EA	2.00	100.00	200.00		
03.02.03.02	BOMBA 52,5 M3/H 150LB	EA	2.00	30000.00	60,000.00		
03.02.04.00	SUMINISTRO SISTEMA CONTRAINCENDIO						
03.02.04.01	TUBO Ø 4" SCH 40 ASTM A-53 GR. B TP. S	PZA	17.00	122.40	2,080.80		
03.02.04.02	CODOS, VITAUPLICS, FITTINGS VARIOS	GLO	1.00	2000.00	2,000.00		
03.02.04.03	VALVULA DE DILUVIO VIKING O SIMILAR , INCLUIDO ACCESORIOS	GLO	1.00	3500.00	3,500.00		
03.02.04.04	SISTEMA DE DETECCION CONTRA INCEDIO	GLO	1.00	6000.00	6,000.00		
03.02.04.05	DRENAJES Y VENDEOS	GLO	1.00	350.00	350.00		
03.02.04.06	MATERIALES PARTE ELECTRICA	GLO	1.00	2000.00	2,000.00		
03.02.05.00	SUMINISTRO PARA SISTEMAS VARIOS						
03.02.05.01	SERVICIO DE AGUA	GLO	1.00	700.00	700.00		
03.02.05.02	SERVICIO DE AIRE A PLANTA DE VENTA	GLO	1.00	900.00	900.00		
03.02.05.03	SERVICIO DE VAPOR	GLO	1.00	1200.00	1,200.00		
03.02.05.04	TECHO METALICO PARA PROTECCION DE EQUIPOS ELECTRONICOS	GLO	1.00	10000.00	10,000.00		
03.03.00.00	ACCESORIOS DE ELECTRICIDAD						20144.00
03.03.01.00	SUMINISTRO DE CABLES						
03.03.01.01	Cable de baja tensión tipo RVMV 3x6 MM2	MT	90.00	7.5	675.00		
03.03.01.02	Cable de baja tensión tipo RVMV 3x6 MM2 +6 MM2(T)	MT	360.00	9.8	3,528.00		
03.03.01.03	Cable de baja tensión tipo RVMV 3x10 MM2 + 10 MM2(T)	MT	170.00	11.8	2,006.00		
03.03.01.04	Cable de Instrumentación tipo RVMV 7x2,5 RVMV	MT	530.00	6.5	3,445.00		
03.03.02.00	SUMINISTRO DE EQUIPOS						
03.03.02.01	CCM para nuevas electrobombas	UND	1.00	5800.00	5,800.00		
03.03.02.02	Botonera de control a prueba de explosión, Clase I, División II	UND	3.00	300.00	900.00		
03.03.03.00	SUMINISTRO DE TUBERIAS, CONEXIONES Y ACCESORIOS						
03.03.03.01	Soporte de Botonera C4"x5.4" de 1.2 metros (incluye accesorios)	GLB	4.00	100.00	400.00		
03.03.03.02	Tubería conduit de 1 1/2"Ø F°G°(Piezas de 3 MTS)	PZS	4.00	82.00	328.00		

03.03.03.03	Tubería conduit de 1"Ø PVC SCH 40 (Piezas de 3 MTS)	PZS	4.00	22.50	90.00	
03.03.03.04	Poste Metálico de 5 Metros	UND	4.00	350.00	1,400.00	
03.03.03.05	Luminaria de 150 W para Clase I, División II	UND	4.00	280.00	1,120.00	
03.03.04.00	CABLES Y ACCESORIOS DE PUESTA A TIERRA					
03.03.04.01	Cable de Cu Desnudo de 70 MM2	MT	40.00	3.80	152.00	
03.03.04.02	Soldaduras Exotérmicas Tipo TA para puesta a tierra, orejas de Pat y accesorios varios para conexionado de puesta a Tierra.	GLB	1.00	300.00	300.00	
03.04.00.00	ACCESORIOS DE INSTRUMENTACION					54403.50
03.04.01.00	Transmisor de Temperatura (Recepción)	UD	1.00	670.00	670.00	
03.04.01.01	Scully	UD	1.00	2450.00	2,450.00	
03.04.01.02	Microload ML-XP-STD-1	UD	1.00	4200.00	4,200.00	
03.04.01.03	Transmisor de Temperatura (Despacho)	UD	7.00	745.00	5,215.00	
03.04.01.04	Tubería de 1/2", para aire de Instrumentación	MTS	80.00	12.50	1,000.00	
03.04.01.05	Cable de alimentación a cajas de comunicación, 2x4 mm2, 24 VDC	MTS	150.00	7.81	1,171.50	
03.04.01.06	Cable de alimentación a Válvulas Motorizadas, 3x5 mm2	MTS	270.00	8.00	2,160.00	
03.04.01.07	Cable de Señal desde Válvulas Motorizadas a sala de control Principal	MTS	270.00	10.00	2,700.00	
03.04.01.08	Cable de comunicación desde caja a sala de control despacho, 6x2x1,5 mm2.	MTS	150.00	11.88	1,782.00	
03.04.01.09	Cable de comunicación desde caja a sala de control despacho, 3x4 mm2.	MTS	150.00	10.94	1,641.00	
03.04.01.10	Bandeja para instrumentación desde Bombas hasta la ruta principal	MTS	150.00	9.38	1,407.00	
03.04.01.11	Válvula de Control de 12"	EA	1.00	15000.00	15000.00	
03.04.01.12	Válvula de Control de 6"	EA	1.00	7500.00	7500.00	
03.04.01.13	Prensaestopas para entrada 1/2" NPT (cable de instrumentación), material latón mecanizado Eexed	EA	6.00	25.80	154.80	
03.04.01.14	Prensaestopas para entrada 1 1/4" NPT (cable de instrumentación), material latón mecanizado Eexed	EA	1.00	82.20	82.20	
03.04.01.15	Zuncho amarra cable de 3/4" en acero inoxidable	ML	200.00	4.20	840.00	
03.04.01.16	Pernos cabeza coche de 1/4" x1" en acero inoxidable, incluye tuerca y arandela plana	EA	600.00	0.49	294.00	

03.04.01.17	Bandeja portacable de 100x50x2400mm de 2mm de espesor perforada y acabado galvanizado en caliente, incluir accesorios como empalmes de bandejas	PZA	48.00	22.00	1056.00
03.04.01.18	Bandeja portacable de 300x50x2400mm de 2mm de espesor perforada y acabado galvanizado en caliente, incluir accesorios como empalmes de bandejas	PZA	20.00	39.50	790.00
03.04.01.19	Cable de instrumentación 01 Par VOVMV 1x2x1,5 mm ² T1-1-EEX	ML	100.00	4.00	400.00
03.04.01.20	Cable de instrumentación 24 Pares. VOVMV 24x2x0,5 mm ²	ML	600.00	4.50	2700.00
03.04.01.21	Cajas de derivación, 24 pares seguridad intrínseca C/U, Aleación en aluminio EExe II T6, grado de protección IP65, tornillos de puesta a tierra interior -exterior en acero inoxidable Dimensiones aprox. 400x320x120mm regleta numeradas, barreta de interconexiones entre Bornes, tapón de M20 para drenaje , taladros 1/2 y 1 1/4"NPT	EA	1.00	630.00	630.00
03.04.01.22	Cable de señal de 3x1.5 mm ² desde Instrumentos de campo a sala de control	MTS	70.00	8.00	560.00
SUB TOTAL US\$					569,549.18

**TABLAS DE CALCULO HIDRAULICO DE SISTEMAS DE TRANSFERENCIA DE
BIODIESEL**

**Caso 1: Recepción de Biodiesel de camión cisterna, Succión y descarga
de Biodiesel a tanques T1, T2 y T3**

Pipe Id	Pipe Name	Material	Inner Diameter inch	Roughness inch	Length m	Total K
1	P1	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	0.54	1.45
2	P2	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	1.063	0.45
3	P3	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	0.913	0.45
4	P4	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	2	2.42
5	P5	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	8.5	1.65
6	P6	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	0.63	0.64
7	P7	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.002	92.262	0.42
8	P8	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.002	0.483	1.26
9	P9	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	0.98	0.72
10	P10	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	2.5	0.45
11	P11	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	2.88	0.45
12	P12	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	3.61	0.45
13	P13	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	0.457	0.45
14	P14	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	18.653	0.45
15	P15	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	2.651	0.45
16	P16	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	1.2	0.45
17	P17	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	52.386	0.45
18	P18	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	0.556	0.45
19	P19	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	9.337	0.45
20	P20	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	0.9	0.45
21	P21	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	0.961	0.45

Pipe Id	Pipe Name	Material	Inner Diameter inch	Roughness inch	Length m	Total K
22	P22	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	7.097	1.35
23	P23	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	10.746	0.12
24	P24	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	6	0.12
25	P25	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.002	23.468	0.72
26	P26	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	18.976	0.45
27	P27	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	2.2	0.45
28	P28	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	11.667	0.45
29	P29	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	0.7	0.9
30	P30	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	2.789	0.12
31	P31	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	0.85	0.31
32	P32	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	7.269	0.45
33	P33	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	8.16	0.45
34	P34	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	1.384	0.45
35	P35	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	6.6	0.45
36	P36	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	2	0.57
37	P37	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	0.553	1.45

Pipe Id	Pipe Name	Material	Inner Diameter inch	Roughness inch	Length m	Total K
22	P22	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	7.097	1.35
23	P23	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	10.746	0.12
24	P24	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	6	0.12
25	P25	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.002	23.468	0.72
26	P26	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	18.976	0.45
27	P27	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	2.2	0.45
28	P28	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	11.667	0.45
29	P29	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	0.7	0.9
30	P30	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	2.789	0.12
31	P31	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	0.85	0.31
32	P32	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	7.269	0.45
33	P33	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	8.16	0.45
34	P34	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	1.384	0.45
35	P35	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	6.6	0.45
36	P36	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	2	0.57
37	P37	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.002	0.553	1.45

Continuación

Pipe Id	Pipe Name	Mass Flow lb/min	Flow US gpm	Velocity ft/sec	Entry Elevation m	Exit Elevation m
1	P1	3128,4886	440	4,886	0,4	0,913
2	P2	3128,4886	440	4,886	0,913	0,913
3	P3	3128,4886	440	4,886	0,913	0
4	P4	3128,4886	440	4,886	0	0,522
5	P5	3128,4886	440	4,886	0,522	0,522
6	P6	3128,4886	440	4,886	0,522	0
7	P7	3128,4886	440	2,822	0	0
8	P8	3128,4886	440	2,822	0	0
9	P9	0	0	0	0	0,98
10	P10	0	0	0	0,98	0,98
11	P11	0	0	0	0,98	0,98
12	P12	0	0	0	0,98	0,98
13	P13	0	0	0	0,98	0,423
14	P14	0	0	0	0,423	0,423
15	P15	0	0	0	0,423	3,074
16	P16	0	0	0	3,074	3,074
17	P17	0	0	0	3,074	3,074
18	P18	0	0	0	3,074	3,63
19	P19	0	0	0	3,63	3,63
20	P20	0	0	0	3,63	3,63
21	P21	0	0	0	3,63	2,1
22	P22	0	0	0	2,1	2,538
23	P23	0	0	0	2,538	2,538
24	P24	0	0	0	2,538	2,538
25	P25	3128,4886	440	2,822	0	0
26	P26	3128,4886	440	4,886	0	0
27	P27	3128,4886	440	4,886	0	0
28	P28	3128,4886	440	4,886	0	0
29	P29	3128,4886	440	4,886	0	0,519
30	P30	3128,4886	440	4,886	0,519	0,519
31	P31	3128,4886	440	4,886	0,85	0
32	P32	3128,4886	440	4,886	0	0
33	P33	3128,4886	440	4,886	0	0
34	P34	3128,4886	440	4,886	0	1,384
35	P35	3128,4886	440	4,886	1,384	1,384
36	P36	3128,4886	440	4,886	1,384	1,384
37	P37	3128,4886	440	4,886	1,384	1,384

Continuación

Pipe Id	Pipe Name	Entry Pressure psi.g	Exit Pressure psi.g	Entry/Exit Diff psi.g	Reynolds Number
1	P1	18,129	17,298	0,831	48869
2	P2	17,298	17,2155	0,0825	48869
3	P3	17,2155	18,2424	-1,0268	48869
4	P4	18,2424	17,239	1,0034	48869
5	P5	17,239	16,8463	0,3927	48869
6	P6	16,8463	17,3788	-0,5325	48869
7	P7	17,3788	16,8805	0,4983	37137
8	P8	16,8805	16,8204	0,0601	37137
9	P9	16,8204	15,6328	1,1876	0
10	P10	15,6328	15,6328	0	0
11	P11	15,6328	15,6328	0	0
12	P12	15,6328	15,6328	0	0
13	P13	15,6328	16,3078	-0,675	0
14	P14	16,3078	16,3078	0	0
15	P15	16,3078	13,0953	3,2125	0
16	P16	13,0953	13,0953	0	0
17	P17	13,0953	13,0953	0	0
18	P18	13,0953	12,4215	0,6738	0
19	P19	12,4215	12,4215	0	0
20	P20	12,4215	12,4215	0	0
21	P21	12,4215	14,2756	-1,8541	0
22	P22	14,2756	13,7448	0,5308	0
23	P23	13,7448	13,7448	0	0
24	P24	13,7448	13,7448	0	0
25	P25	16,8204	16,6656	0,1548	37137
26	P26	16,6656	16,2321	0,4335	48869
27	P27	16,2321	16,1273	0,1048	48869
28	P28	16,1273	15,8371	0,2903	48869
29	P29	15,8371	15,0711	0,766	48869
30	P30	15,0711	15	0,0711	48869
31	P31	2,7385	3,7094	-0,9709	48869
32	P32	3,7094	3,5053	0,2041	48869
33	P33	3,5053	3,2838	0,2215	48869
34	P34	3,2838	1,5178	1,7659	48869
35	P35	1,5178	1,3269	0,191	48869
36	P36	1,3269	1,2096	0,1173	48869
37	P37	1,2096	1	0,2096	48869

Continuación

Pipe Id	Pipe Name	Flow Type	Friction Factor	Friction Loss ft.hd	Fittings Loss ft.hd
1	P1	Turbulent	0,02202	0,03	0,54
2	P2	Turbulent	0,02202	0,06	0,17
3	P3	Turbulent	0,02202	0,05	0,17
4	P4	Turbulent	0,02202	0,11	0,9
5	P5	Turbulent	0,02202	0,45	0,61
6	P6	Turbulent	0,02202	0,03	0,24
7	P7	Turbulent	0,02303	1,3	0,05
8	P8	Turbulent	0,02303	0,01	0,16
9	P9	None	0	0	0
10	P10	None	0	0	0
11	P11	None	0	0	0
12	P12	None	0	0	0
13	P13	None	0	0	0
14	P14	None	0	0	0
15	P15	None	0	0	0
16	P16	None	0	0	0
17	P17	None	0	0	0
18	P18	None	0	0	0
19	P19	None	0	0	0
20	P20	None	0	0	0
21	P21	None	0	0	0
22	P22	None	0	0	0
23	P23	None	0	0	0
24	P24	None	0	0	0
25	P25	Turbulent	0,02303	0,33	0,09
26	P26	Turbulent	0,02202	1,01	0,17
27	P27	Turbulent	0,02202	0,12	0,17
28	P28	Turbulent	0,02202	0,62	0,17
29	P29	Turbulent	0,02202	0,04	0,33
30	P30	Turbulent	0,02202	0,15	0,04
31	P31	Turbulent	0,02202	0,05	0,12
32	P32	Turbulent	0,02202	0,39	0,17
33	P33	Turbulent	0,02202	0,43	0,17
34	P34	Turbulent	0,02202	0,07	0,17
35	P35	Turbulent	0,02202	0,35	0,17
36	P36	Turbulent	0,02202	0,11	0,21
37	P37	Turbulent	0,02202	0,03	0,54

Caso 2: Descarga y mezcla de Biodiesel para despacho terrestre y marítimo

Pipe Id	Pipe Name and Notes	Material	Inner Diameter inch	Roughness mm	Length m	Total K
1	P1	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.046	0.392	0
2	P2	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.046	5.226	0
3	P3	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.046	10.58	0
4	P4	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.046	0.614	0
5	P5	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.046	2.794	0
6	P6	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.046	39.101	0
7	P7	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.046	56.485	0
8	P8	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.046	15.845	0.11
9	P9	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.046	8.015	0.11
10	P10	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.046	8.015	0.11
11	P11	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.046	2.408	0
12	P12	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.046	0.479	0
13	P13	10" Steel (ANSI) Sch. 40	10.02	0.046	2.328	0
14	P14	10" Steel (ANSI) Sch. 40	10.02	0.046	1	0
15	P15	10" Steel (ANSI) Sch. 40	10.02	0.046	0.672	0
16	P16	10" Steel (ANSI) Sch. 40	10.02	0.046	35.5	0.76
17	P17	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	0.686	0
18	P18	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	2.2	0
19	P19	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	16.773	0
20	P20	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	34.152	0
21	P21	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	2.267	0
22	P22	3" Steel (ANSI) Sch. 40	3.068	0.046	1.314	0.12
23	P23	10" Steel (ANSI) Sch. 40	10.02	0.046	3.139	0
24	P24	10" Steel (ANSI) Sch. 40	10.02	0.046	0.497	0
25	P25	10" Steel (ANSI) Sch. 40	10.02	0.046	19.604	0
26	P26	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	2.2	0
27	P27	3" Steel (ANSI) Sch. 40	3.068	0.046	1	0.14
28	P28	3" Steel (ANSI) Sch. 40	3.068	0.046	1	0
29	P29	3" Steel (ANSI) Sch. 40	3.068	0.046	1.37	0
30	P30	3" Steel (ANSI) Sch. 40	3.068	0.046	0.5	0
31	P31	3" Steel (ANSI) Sch. 40	3.068	0.046	1	0
32	P32	3" Steel (ANSI) Sch. 40	3.068	0.046	2.2	0
33	P33	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	15.075	0.56
34	P34	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	0.628	0
35	P35	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	84.124	0
36	P36	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	0.5	0
37	P37	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	2.57	0
38	P38	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	4.803	0
39	P39	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	11	0
40	P40	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	2.226	0
41	P41	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	5.65	0
42	P42	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	0.281	0

Pipe Id	Pipe Name	Material	Inner Diameter	Roughness	Length	Total K
			inch	inch	m	
43	P43	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	24.604	0
44	P44	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	1.04	0
45	P45	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	2.2	0
46	P46	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	5.5	0
47	P47	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	2.02	0
48	P48	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	1.75	0
49	P49	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	0.79	0
50	P50	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	1.86	0
51	P51	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	26.71	0
52	P52	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	5.002	0
53	P53	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	2.6	0
54	P54	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	4.88	0
55	P55	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	13.44	0
56	P56	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	0.5	0
57	P57	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	0.477	0
58	P58	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	3.298	0
59	P59	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	0.5	0
60	P60	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	1.015	0
61	P61	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	3.83	0
62	P62	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	20.29	0
63	P63	2" Steel (ANSI) Sch. 40	2.067	0.046	4.274	0
64	P64	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	8.9	0
65	P65	2" Steel (ANSI) Sch. 40	2.067	0.046	4.274	0
66	P66	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	8.9	0
67	P67	2" Steel (ANSI) Sch. 40	2.067	0.046	4.274	0
68	P68	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	9	0
69	P69	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	34.55	0
70	P70	6" Steel (ANSI) Sch. 40	6.065	0.046	8.398	0
71	P71	3" Steel (ANSI) Sch. 40	3.068	0.046	4.4	0
72	P72	2" Steel (ANSI) Sch. 40	2.067	0.046	4.274	0
73	P73	2" Steel (ANSI) Sch. 40	2.067	0.046	4.274	0
74	P74	2" Steel (ANSI) Sch. 40	2.067	0.046	4.274	0
75	P75	3" Steel (ANSI) Sch. 40	3.068	0.046	1	0
77	P77	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.046	340	0
76	Closed. P76	8" Steel (ANSI) Sch. 40	7.981	0.046	2	

Continuación

Pipe Id	Pipe Name and Notes	Mass Flow lb/min	Flow US gpm	Velocity m/sec	Entry Elevation m	Exit Elevation m
1	P1	2779.0263	360	0.704	0.614	1.006
2	P2	2779.0263	360	0.704	0.614	0.614
3	P3	2779.0263	360	0.704	0.614	0.614
4	P4	2779.0263	360	0.704	0	0.614
5	P5	2779.0263	360	0.704	2.794	0
6	P6	2779.0263	360	0.704	0	0
7	P7	2779.0263	360	0.704	2.794	2.794
8	P8	2779.0263	360	0.704	2.794	2.794
9	P9	0	0	0	2.794	2.794
10	P10	2779.0263	360	0.704	2.794	2.794
11	P11	2779.0263	360	0.704	1.006	1.006
12	P12	2779.0263	360	0.704	1.006	0.527
13	P13	2779.0263	360	0.446	0.527	0.527
14	P14	2779.0263	360	0.446	0.527	0.527
15	P15	2779.0263	360	0.446	0.527	0.527
16	P16	2779.0263	360	0.446	0.527	0.527
17	P17	2779.0263	360	1.219	0.527	1.213
18	P18	1397.9772	181.1	0.613	1.213	1.213
19	P19	2779.0263	360	1.219	1.213	1.213
20	P20	2779.0263	360	1.219	1.213	1.213
21	P21	2779.0263	360	1.219	1.213	1.213
22	P22	1397.9772	181.1	2.396	1.213	1.213
23	P23	0	0	0	0.03	0.03
24	P24	0	0	0	0.527	0.03
25	P25	0	0	0	0.527	0.527
26	P26	1381.049	178.9	0.606	1.213	1.213
27	P27	1381.049	178.9	2.367	1.213	1.213
28	P28	1397.9772	181.1	2.396	1.213	1.128
29	P29	2779.0263	360	4.762	1.128	1.128
30	P30	2779.0263	360	4.762	1.128	0.628
31	P31	2779.0263	360	4.762	0.628	0.628
32	P32	2779.0263	360	4.762	0.628	0.628
33	P33	2779.0263	360	1.219	0.628	0.628
34	P34	2779.0263	360	1.219	0.628	0
35	P35	0	0	0	0	0
36	P36	0	0	0	0	0.5
37	P37	0	0	0	0.5	0.5
38	P38	0	0	0	0.5	0.5
39	P39	0	0	0	0.5	0.5
40	P40	0	0	0	0.5	0.5
41	P41	0	0	0	0.5	0.5
42	P42	0	0	0	0.5	0.5
43	P43	0	0	0	0.5	0.5

Pipe Id	Pipe Name	Mass Flow	Flow	Velocity	Entry Elevation	Exit Elevation
	and Notes	lb/min	US gpm	m/sec	m	m
44	P44	0	0	0	1.54	0.5
45	P45	0	0	0	1.54	1.54
46	P46	0	0	0	1.54	1.54
47	P47	0	0	0	1.54	1.54
48	P48	0	0	0	1.54	1.54
49	P49	0	0	0	0.75	1.54
50	P50	0	0	0	0.75	0.75
51	P51	0	0	0	0.75	0.75
52	P52	0	0	0	0.75	0.75
53	P53	0	0	0	0.75	0.75
54	P54	0	0	0	0.75	0.75
55	P55	0	0	0	0.75	0.75
56	P56	0	0	0	0.25	0.75
57	P57	0	0	0	0.25	0.25
58	P58	0	0	0	0.25	0.25
59	P59	0	0	0	1.265	0.25
60	P60	0	0	0	1.265	1.265
61	P61	0	0	0	1.265	5.095
62	P62	0	0	0	5.095	5.095
63	P63	0	0	0	5.095	0.821
64	P64	0	0	0	5.095	5.095
65	P65	0	0	0	0.821	5.095
66	P66	0	0	0	5.095	5.095
67	P67	0	0	0	0.821	5.095
68	P68	0	0	0	5.095	5.095
69	P69	0	0	0	5.095	5.095
70	P70	0	0	0	5.095	5.095
71	P71	1381.049	178.9	2.367	1.213	1.128
72	P72	0	0	0	5.095	0.821
73	P73	0	0	0	5.095	0.821
74	P74	0	0	0	5.095	0.821
75	P75	1381.049	178.9	2.367	1.213	1.213
77	P77	2779.0263	360	0.704	0	0
76	Closed. P76					

Continuación

Pipe Id	Pipe Name and Notes	Entry Pressure psi.g	Exit Pressure psi.g	Entry to Exit Loss psi	Reynolds Number
1	P1	3.0153	2.4963	0.519	3033
2	P2	3.0591	3.0153	0.0438	3033
3	P3	3.1477	3.0591	0.0886	3033
4	P4	3.9606	3.1477	0.813	3033
5	P5	0.6356	4.2881	-3.6526	3033
6	P6	4.2881	3.9606	0.3275	3033
7	P7	1.1087	0.6356	0.4731	3033
8	P8	1.2451	1.1087	0.1364	3033
9	P9	1.2451	1.2451	0	0
10	P10	1.3157	1.2451	0.0707	3033
11	P11	2.4963	2.4761	0.0202	3033
12	P12	2.4761	3.1023	-0.6262	3033
13	P13	3.1023	3.0985	0.0037	2416
14	P14	3.0985	3.0969	0.0016	2416
15	P15	3.0969	3.0959	0.0011	2416
16	P16	3.0959	3.0287	0.0671	2416
17	P17	3.0287	2.1083	0.9204	3992
18	P18	0.7236	0.7121	0.0115	2008
19	P19	1.1603	0.7236	0.4366	3992
20	P20	2.0493	1.1603	0.8891	3992
21	P21	2.1083	2.0493	0.059	3992
22	P22	0.7121	0.4023	0.3098	3970
23	P23	3.7562	3.7562	0	0
24	P24	3.1023	3.7562	-0.6539	0
25	P25	3.1023	3.1023	0	0
26	P26	0.7236	0.7123	0.0113	1984
27	P27	0.7123	0.4632	0.2491	3922
28	P28	0.4023	51.2695	-50.8672	3970
29	P29	51.2695	50.3674	0.9021	7891
30	P30	50.3674	50.696	-0.3286	7891
31	P31	50.696	50.0376	0.6584	7891
32	P32	50.0376	48.5887	1.4488	7891
33	P33	48.5887	48.1405	0.4482	3992
34	P34	48.1405	48.9504	-0.8099	3992
35	P35	48.9504	48.9504	0	0
36	P36	48.9504	48.2926	0.6578	0
37	P37	48.2926	48.2926	0	0
38	P38	48.2926	48.2926	0	0
39	P39	48.2926	48.2926	0	0
40	P40	48.2926	48.2926	0	0
41	P41	48.2926	48.2926	0	0
42	P42	48.2926	48.2926	0	0
43	P43	48.2926	48.2926	0	0

Pipe Id	Pipe Name and Notes	Entry Pressure psi.g	Exit Pressure psi.g	Entry to Exit Loss psi	Reynolds Number
44	P44	46.9243	48.2926	-1.3683	0
45	P45	46.9243	46.9243	0	0
46	P46	46.9243	46.9243	0	0
47	P47	46.9243	46.9243	0	0
48	P48	46.9243	46.9243	0	0
49	P49	47.9637	46.9243	1.0394	0
50	P50	47.9637	47.9637	0	0
51	P51	47.9637	47.9637	0	0
52	P52	47.9637	47.9637	0	0
53	P53	47.9637	47.9637	0	0
54	P54	47.9637	47.9637	0	0
55	P55	47.9637	47.9637	0	0
56	P56	48.6215	47.9637	0.6578	0
57	P57	48.6215	48.6215	0	0
58	P58	48.6215	48.6215	0	0
59	P59	47.2861	48.6215	-1.3354	0
60	P60	47.2861	47.2861	0	0
61	P61	47.2861	42.2471	5.039	0
62	P62	42.2471	42.2471	0	0
63	P63	42.2471	47.8703	-5.6231	0
64	P64	42.2471	42.2471	0	0
65	P65	47.8703	42.2471	5.6231	0
66	P66	42.2471	42.2471	0	0
67	P67	47.8703	42.2471	5.6231	0
68	P68	42.2471	42.2471	0	0
69	P69	42.2471	42.2471	0	0
70	P70	42.2471	42.2471	0	0
71	P71	52.0221	51.2695	0.7526	3922
72	P72	42.2471	47.8703	-5.6231	0
73	P73	42.2471	47.8703	-5.6231	0
74	P74	42.2471	47.8703	-5.6231	0
75	P75	0.4632	52.0221	-51.559	3922
77	P77	48.9504	46.1026	2.8478	3033
76	Closed. P76				

Continuación

Pipe Id	Pipe Name and Notes	Flow Type	Friction Factor	Friction Loss m.hd	Fittings Loss m.hd
1	P1	Critical	0.05112	0.002	none
2	P2	Critical	0.05112	0.033	none
3	P3	Critical	0.05112	0.067	none
4	P4	Critical	0.05112	0.004	none
5	P5	Critical	0.05112	0.018	none
6	P6	Critical	0.05112	0.249	none
7	P7	Critical	0.05112	0.36	none
8	P8	Critical	0.05112	0.101	0.003
9	P9	None	0	0	0
10	P10	Critical	0.05112	0.051	0.003
11	P11	Critical	0.05112	0.015	none
12	P12	Critical	0.05112	0.003	none
13	P13	Critical	0.03054	0.003	none
14	P14	Critical	0.03054	0.001	none
15	P15	Critical	0.03054	0.001	none
16	P16	Critical	0.03054	0.043	0.008
17	P17	Turbulent	0.04026	0.014	none
18	P18	Laminar	0.03187	0.009	none
19	P19	Turbulent	0.04026	0.332	none
20	P20	Turbulent	0.04026	0.676	none
21	P21	Turbulent	0.04026	0.045	none
22	P22	Turbulent	0.04062	0.2	0.035
23	P23	None	0	0	none
24	P24	None	0	0	none
25	P25	None	0	0	none
26	P26	Laminar	0.03226	0.009	none
27	P27	Turbulent	0.04076	0.149	0.04
28	P28	Turbulent	0.04062	0.153	none
29	P29	Turbulent	0.03373	0.686	none
30	P30	Turbulent	0.03373	0.25	none
31	P31	Turbulent	0.03373	0.501	none
32	P32	Turbulent	0.03373	1.101	none
33	P33	Turbulent	0.04026	0.298	0.042
34	P34	Turbulent	0.04026	0.012	none
35	P35	None	0	0	none
36	P36	None	0	0	none
37	P37	None	0	0	none
38	P38	None	0	0	none
39	P39	None	0	0	none
40	P40	None	0	0	none
41	P41	None	0	0	none
42	P42	None	0	0	none
43	P43	None	0	0	none

Pipe Id	Pipe Name and Notes	Flow Type	Friction Factor	Friction Loss m.hd	Fittings Loss m.hd
44	P44	None	0	0	none
45	P45	None	0	0	none
46	P46	None	0	0	none
47	P47	None	0	0	none
48	P48	None	0	0	none
49	P49	None	0	0	none
50	P50	None	0	0	none
51	P51	None	0	0	none
52	P52	None	0	0	none
53	P53	None	0	0	none
54	P54	None	0	0	none
55	P55	None	0	0	none
56	P56	None	0	0	none
57	P57	None	0	0	none
58	P58	None	0	0	none
59	P59	None	0	0	none
60	P60	None	0	0	none
61	P61	None	0	0	none
62	P62	None	0	0	none
63	P63	None	0	0	none
64	P64	None	0	0	none
65	P65	None	0	0	none
66	P66	None	0	0	none
67	P67	None	0	0	none
68	P68	None	0	0	none
69	P69	None	0	0	none
70	P70	None	0	0	none
71	P71	Turbulent	0.04076	0.657	none
72	P72	None	0	0	none
73	P73	None	0	0	none
74	P74	None	0	0	none
75	P75	Turbulent	0.04076	0.149	none
77	P77	Critical	0.05112	2.165	none
76	Closed. P76				

TABLAS DE CALCULO DE PLATAFORMA DE RECEPCION DE BIODIESEL

Table: Analysis Case Definitions, Part 1 of 2

Case	Type	InitialCond	ModalCase	RunCase	GUID
Text	Text	Text	Text	Yes/No	Text
DEAD	LinStatic	Zero		Yes	
MODAL	LinModal	Zero		No	
Viva	LinStatic	Zero		Yes	
Sismo	LinStatic	Zero		Yes	
Viento	LinStatic	Zero		Yes	

Table: Analysis Case Definitions, Part 2 of 2

Case	Notes
Text	Text
DEAD	
MODAL	
Viva	
Sismo	
Viento	

Table: Auto Seismic - UBC97, Part 1 of 3

LoadCase	Dir	Percent Ecc	EccOverride	PeriodCalc	Ct	UserZ	R
Text	Text	Unitless	Yes/No	Text	Unitless	Yes/No	Unitless
Sismo	X	0.050000	No	Prog Calc	0.035000	No	8.500000

Table: Auto Seismic - UBC97, Part 2 of 3

LoadCase	SoilType	Z	Ca	Cv	SourceType	SourceDist	Na
Text	Text	Text	Unitless	Unitless	Text	km	Unitless
Sismo	SC	0.4	0.400000	0.560000	B	15.00	1.000000

Table: Auto Seismic - UBC97, Part 3 of 3

LoadCase	Nv	I	TUsed	WeightUsed	BaseShear	FtUsed
Text	Unitless	Unitless	Sec	Kgf	Kgf	Kgf
Sismo	1.000000	1.000000	0.3929	2447.66	287.96	0.00

Table: Auto Seismic Loads To Joints, Part 1 of 2

LoadCase	AutoLdType	JointElem	Joint	FX	FY	FZ	MX
Text	Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-mm
Sismo	UBC97	2	14	12.94	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	4	16	13.35	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	6	18	28.28	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	8	20	15.21	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	9	21	7.81	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	10	22	7.81	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	12	24	24.90	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	14	26	14.80	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	15	27	9.74	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	16	28	10.40	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	17	29	12.93	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	18	30	10.40	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	60	36	5.05	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	19	37	9.31	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	20	38	5.36	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	21	39	5.87	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	22	40	6.82	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	23	41	4.75	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	24	42	4.96	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	25	43	3.28	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	26	44	3.28	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	27	45	0.13	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	28	46	3.457 E-17	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	61	47	8.71	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	29	48	3.65	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	30	49	2.31	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	31	50	1.79	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	32	51	1.66	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	33	52	1.53	0.00	0.00	0.00

LoadCase	AutoLdType	JointElem	Joint	FX	FY	FZ	MX
Text	Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-mm
Sismo	UBC97	34	53	1.40	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	35	54	1.28	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	36	55	1.15	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	37	56	1.02	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	38	57	1.26	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	39	58	0.77	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	40	59	0.64	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	41	60	0.51	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	42	61	0.38	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	43	62	0.26	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	44	63	1.91	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	45	64	0.13	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	46	65	3.457 E-17	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	47	66	1.79	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	48	67	1.66	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	49	68	1.53	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	50	69	1.98	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	51	70	1.28	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	52	71	1.15	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	53	72	1.02	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	54	73	0.89	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	55	74	0.77	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	56	75	0.64	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	57	76	0.51	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	58	77	0.46	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	59	78	0.26	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	62	80	11.33	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	63	83	8.71	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	64	84	2.71	0.00	0.00	0.00
Sismo	UBC97	65	85	3.51	0.00	0.00	0.00

Table: Auto Seismic Loads To Joints, Part 2 of 2

LoadCase	JointElement	Joint	MY	MZ	X	Y	Z
Text	Text	Text	Kgf-mm	Kgf-mm	mm	mm	mm
Sismo	2	14	0.00	0.00	0.00	1.199E-12	5400.00
Sismo	4	16	0.00	0.00	-2551.00	1.199E-12	5400.00
Sismo	6	18	0.00	0.00	0.00	-7380.00	5400.00
Sismo	8	20	0.00	0.00	-2551.00	-7380.00	5400.00
Sismo	9	21	0.00	0.00	-5095.00	1.199E-12	5400.00
Sismo	10	22	0.00	0.00	-5095.00	-7380.00	5400.00
Sismo	12	24	0.00	0.00	0.00	-1553.00	5400.00
Sismo	14	26	0.00	0.00	-2551.00	-1553.00	5400.00
Sismo	15	27	0.00	0.00	-2551.00	-2460.00	5400.00
Sismo	16	28	0.00	0.00	-5095.00	-2460.00	5400.00
Sismo	17	29	0.00	0.00	-2551.00	-4920.00	5400.00
Sismo	18	30	0.00	0.00	-5095.00	-4920.00	5400.00
Sismo	60	36	0.00	0.00	-5095.00	-3690.00	5400.00
Sismo	19	37	0.00	0.00	0.00	0.00	3200.00
Sismo	20	38	0.00	0.00	-2551.00	0.00	3200.00
Sismo	21	39	0.00	0.00	0.00	-1553.00	3200.00
Sismo	22	40	0.00	0.00	-2551.00	-1553.00	3200.00
Sismo	23	41	0.00	0.00	-1000.00	0.00	3200.00
Sismo	24	42	0.00	0.00	-1000.00	-1553.00	3200.00
Sismo	25	43	0.00	0.00	-2170.00	0.00	3200.00
Sismo	26	44	0.00	0.00	-2170.00	-1553.00	3200.00
Sismo	27	45	0.00	0.00	-1000.00	-5378.00	200.00
Sismo	28	46	0.00	0.00	-1000.00	-5378.00	4.547E-13
Sismo	61	47	0.00	0.00	-3751.00	-7380.00	5400.00
Sismo	29	48	0.00	0.00	0.00	-1553.00	3000.00
Sismo	30	49	0.00	0.00	-1000.00	-1808.00	3000.00
Sismo	31	50	0.00	0.00	-1000.00	-2063.00	2800.00
Sismo	32	51	0.00	0.00	-1000.00	-2318.00	2600.00
Sismo	33	52	0.00	0.00	-1000.00	-2573.00	2400.00
Sismo	34	53	0.00	0.00	-1000.00	-2828.00	2200.00
Sismo	35	54	0.00	0.00	-1000.00	-3083.00	2000.00
Sismo	36	55	0.00	0.00	-1000.00	-3338.00	1800.00
Sismo	37	56	0.00	0.00	-1000.00	-3593.00	1600.00

LoadCase	JointElem	Joint	MY	MZ	X	Y	Z
Text	Text	Text	Kgf-mm	Kgf-mm	mm	mm	mm
Sismo	38	57	0.00	0.00	-1000.00	-3848.00	1400.00
Sismo	39	58	0.00	0.00	-1000.00	-4103.00	1200.00
Sismo	40	59	0.00	0.00	-1000.00	-4358.00	1000.00
Sismo	41	60	0.00	0.00	-1000.00	-4613.00	800.00
Sismo	42	61	0.00	0.00	-1000.00	-4868.00	600.00
Sismo	43	62	0.00	0.00	-1000.00	-5123.00	400.00
Sismo	44	63	0.00	0.00	0.00	-1808.00	3000.00
Sismo	45	64	0.00	0.00	0.00	-5378.00	200.00
Sismo	46	65	0.00	0.00	0.00	-5378.00	4.547E-13
Sismo	47	66	0.00	0.00	0.00	-2063.00	2800.00
Sismo	48	67	0.00	0.00	0.00	-2318.00	2600.00
Sismo	49	68	0.00	0.00	0.00	-2573.00	2400.00
Sismo	50	69	0.00	0.00	0.00	-2828.00	2200.00
Sismo	51	70	0.00	0.00	0.00	-3083.00	2000.00
Sismo	52	71	0.00	0.00	0.00	-3338.00	1800.00
Sismo	53	72	0.00	0.00	0.00	-3593.00	1600.00
Sismo	54	73	0.00	0.00	0.00	-3848.00	1400.00
Sismo	55	74	0.00	0.00	0.00	-4103.00	1200.00
Sismo	56	75	0.00	0.00	0.00	-4358.00	1000.00
Sismo	57	76	0.00	0.00	0.00	-4613.00	800.00
Sismo	58	77	0.00	0.00	0.00	-4868.00	600.00
Sismo	59	78	0.00	0.00	0.00	-5123.00	400.00
Sismo	62	80	0.00	0.00	-2551.00	-7380.00	4200.00
Sismo	63	83	0.00	0.00	-3751.00	9.095E-13	5400.00
Sismo	64	84	0.00	0.00	-2551.00	9.095E-13	4200.00
Sismo	65	85	0.00	0.00	-2551.00	5.450E-13	4200.00

Table: Auto Wind - ASCE7-95, Part 1 of 2

LoadCase	ExposeFrom	Angle	WindwardCp	LeewardCp	UserZ	WindSpeed	Exposure
Text	Text	Degrees	Unitless	Unitless	Yes/No	mph	Text
Viento	Diaphragms	0.000	0.800000	0.500000	No	35.00	B

Table: Auto Wind - ASCE7-95, Part 2 of 2

LoadCase	I	Kzt	GustFactor	ExpWidth
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Text
Viento	1.000000	1.000000	0.850000	From diaphs

Table: Auto Wind Exposure For Horizontal Diaphragms

LoadCase	Diaphragm	DiaphragmZ	X	Y	TribWidth	TribHeight
Text	Text	mm	mm	mm	mm	mm
Viento						

Table: Case - Static 1 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
DEAD	Load case	DEAD	1.000000
Viva	Load case	Viva	1.000000
Sismo	Load case	Sismo	1.000000
Viento	Load case	Viento	1.000000

Table: Joint Reactions

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-mm	Kgf-mm	Kgf-mm
13	DEAD	LinStatic	0.88	-0.65	240.69	1032.53	1404.67	0.00
13	Viva	LinStatic	2.54	-1.19	444.04	1903.96	4067.05	0.00
13	Sismo	LinStatic	-23.31	9.365E-02	-1.20	-149.85	-37299.50	0.00
13	Viento	LinStatic	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	DSTL1	Combination	1.23	-0.90	336.97	1445.54	1966.53	0.00
13	DSTL2	Combination	5.12	-2.68	999.29	4285.37	8192.89	0.00
13	DSTL3	Combination	2.32	-1.37	510.85	2191.01	3719.13	0.00
13	DSTL4	Combination	2.32	-1.37	510.85	2191.01	3719.13	0.00
13	DSTL5	Combination	0.79	-0.58	216.62	929.28	1264.20	0.00

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-mm	Kgf-mm	Kgf-mm
13	DSTL6	Combination	0.79	-0.58	216.62	929.28	1264.20	0.00
13	DSTL7	Combination	-20.99	-1.28	509.64	2041.17	-33580.38	0.00
13	DSTL8	Combination	25.64	-1.46	512.05	2340.86	41018.63	0.00
13	DSTL9	Combination	-22.52	-0.49	215.42	779.43	-36035.31	0.00
13	DSTL10	Combination	24.10	-0.67	217.82	1079.12	38563.70	0.00
15	DEAD	LinStatic	0.86	-0.72	382.98	1152.78	1380.92	-3.276E-13
15	Viva	LinStatic	2.62	-1.40	362.31	2242.39	4198.39	-6.373E-13
15	Sismo	LinStatic	-23.43	-0.11	-0.51	169.22	-37487.22	-4.810E-14
15	Viento	LinStatic	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	DSTL1	Combination	1.21	-1.01	536.17	1613.89	1933.29	-4.587E-13
15	DSTL2	Combination	5.23	-3.11	1039.26	4971.16	8374.52	-1.413E-12
15	DSTL3	Combination	2.35	-1.57	640.72	2504.53	3756.30	-7.118E-13
15	DSTL4	Combination	2.35	-1.57	640.72	2504.53	3756.30	-7.118E-13
15	DSTL5	Combination	0.78	-0.65	344.68	1037.50	1242.83	-2.949E-13
15	DSTL6	Combination	0.78	-0.65	344.68	1037.50	1242.83	-2.949E-13
15	DSTL7	Combination	-21.08	-1.67	640.21	2673.75	-33730.92	-7.599E-13
15	DSTL8	Combination	25.78	-1.46	641.23	2335.30	41243.52	-6.637E-13
15	DSTL9	Combination	-22.65	-0.75	344.17	1206.72	-36244.39	-3.430E-13
15	DSTL10	Combination	24.21	-0.54	345.19	868.27	38730.05	-2.468E-13
17	DEAD	LinStatic	0.46	-0.14	217.66	366.83	1246.56	-2.100E-13
17	Viva	LinStatic	0.36	-0.26	0.39	688.93	971.60	-1.636E-13
17	Sismo	LinStatic	-14.91	2.923E-03	-1.099E-02	-7.89	-40265.13	6.782E-12
17	Viento	LinStatic	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	DSTL1	Combination	0.65	-0.19	304.73	513.57	1745.19	-2.939E-13
17	DSTL2	Combination	1.13	-0.57	261.82	1542.49	3050.43	-5.138E-13
17	DSTL3	Combination	0.73	-0.29	261.39	784.67	1981.67	-3.338E-13
17	DSTL4	Combination	0.73	-0.29	261.39	784.67	1981.67	-3.338E-13
17	DSTL5	Combination	0.42	-0.12	195.90	330.15	1121.91	-1.890E-13
17	DSTL6	Combination	0.42	-0.12	195.90	330.15	1121.91	-1.890E-13
17	DSTL7	Combination	-14.18	-0.29	261.38	776.77	-38283.46	6.448E-12
17	DSTL8	Combination	15.65	-0.29	261.40	792.56	42246.80	-7.115E-12
17	DSTL9	Combination	-14.50	-0.12	195.88	322.26	-39143.22	6.593E-12
17	DSTL10	Combination	15.33	-0.13	195.91	338.04	41387.03	-6.971E-12
19	DEAD	LinStatic	-0.46	-0.30	394.16	629.17	-958.57	2.076E-13
19	Viva	LinStatic	0.74	-0.58	2.78	1213.43	1545.84	-3.347E-13
19	Sismo	LinStatic	-31.15	-3.159E-02	-0.61	66.34	-65420.19	1.417E-11
19	Viento	LinStatic	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	DSTL1	Combination	-0.64	-0.42	551.82	880.84	-1342.00	2.906E-13
19	DSTL2	Combination	0.63	-1.28	477.44	2696.49	1323.06	-2.865E-13
19	DSTL3	Combination	-0.18	-0.65	474.38	1361.72	-377.37	8.172E-14
19	DSTL4	Combination	-0.18	-0.65	474.38	1361.72	-377.37	8.172E-14
19	DSTL5	Combination	-0.41	-0.27	354.74	566.25	-862.71	1.868E-13
19	DSTL6	Combination	-0.41	-0.27	354.74	566.25	-862.71	1.868E-13
19	DSTL7	Combination	-31.33	-0.68	473.77	1428.05	-65797.56	1.425E-11
19	DSTL8	Combination	30.97	-0.62	474.99	1295.38	65042.83	-1.408E-11
19	DSTL9	Combination	-31.56	-0.30	354.14	632.59	-66282.91	1.435E-11
19	DSTL10	Combination	30.74	-0.24	355.35	499.92	64557.48	-1.398E-11

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-mm	Kgf-mm	Kgf-mm
23	DEAD	LinStatic	1.33	-0.76	447.92	1135.28	1993.60	0.00
23	Viva	LinStatic	3.80	-1.37	443.22	2048.50	5692.66	0.00
23	Sismo	LinStatic	-27.39	0.13	25.54	-189.73	-41085.65	0.00
23	Viento	LinStatic	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	DSTL1	Combination	1.86	-1.06	627.09	1589.40	2791.04	0.00
23	DSTL2	Combination	7.67	-3.09	1246.66	4639.94	11500.58	0.00
23	DSTL3	Combination	3.49	-1.59	759.12	2386.59	5238.65	0.00
23	DSTL4	Combination	3.49	-1.59	759.12	2386.59	5238.65	0.00
23	DSTL5	Combination	1.20	-0.68	403.13	1021.76	1794.24	0.00
23	DSTL6	Combination	1.20	-0.68	403.13	1021.76	1794.24	0.00
23	DSTL7	Combination	-23.90	-1.46	784.65	2196.86	-35847.00	0.00
23	DSTL8	Combination	30.88	-1.72	733.58	2576.32	46324.30	0.00
23	DSTL9	Combination	-26.19	-0.55	428.66	832.03	-39291.41	0.00
23	DSTL10	Combination	28.59	-0.81	377.59	1211.49	42879.89	0.00
25	DEAD	LinStatic	1.09	-0.72	351.32	1159.56	1739.76	-3.296E-13
25	Viva	LinStatic	3.07	-1.41	286.82	2256.34	4913.05	-6.413E-13
25	Sismo	LinStatic	-22.86	-0.11	-9.65	173.80	-36579.17	-4.940E-14
25	Viento	LinStatic	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	DSTL1	Combination	1.52	-1.01	491.84	1623.38	2435.66	-4.614E-13
25	DSTL2	Combination	6.22	-3.13	880.50	5001.61	9948.60	-1.422E-12
25	DSTL3	Combination	2.84	-1.57	564.99	2519.64	4544.24	-7.161E-13
25	DSTL4	Combination	2.84	-1.57	564.99	2519.64	4544.24	-7.161E-13
25	DSTL5	Combination	0.98	-0.65	316.18	1043.60	1565.78	-2.966E-13
25	DSTL6	Combination	0.98	-0.65	316.18	1043.60	1565.78	-2.966E-13
25	DSTL7	Combination	-20.02	-1.68	555.34	2693.44	-32034.93	-7.655E-13
25	DSTL8	Combination	25.70	-1.47	574.64	2345.84	41123.41	-6.667E-13
25	DSTL9	Combination	-21.88	-0.76	306.54	1217.40	-35013.39	-3.460E-13
25	DSTL10	Combination	23.84	-0.54	325.83	869.80	38144.96	-2.472E-13
46	DEAD	LinStatic	-2.08	12.07	223.57	-1207.49	-208.12	0.00
46	Viva	LinStatic	-6.56	35.61	143.89	-3561.11	-656.36	0.00
46	Sismo	LinStatic	-72.45	-57.84	-98.20	5784.25	-7244.93	0.00
46	Viento	LinStatic	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46	DSTL1	Combination	-2.91	16.90	313.00	-1690.49	-291.37	0.00
46	DSTL2	Combination	-13.00	71.47	498.50	-7146.76	-1299.92	0.00
46	DSTL3	Combination	-5.78	32.30	340.23	-3229.54	-577.93	0.00
46	DSTL4	Combination	-5.78	32.30	340.23	-3229.54	-577.93	0.00
46	DSTL5	Combination	-1.87	10.87	201.21	-1086.74	-187.31	0.00
46	DSTL6	Combination	-1.87	10.87	201.21	-1086.74	-187.31	0.00
46	DSTL7	Combination	-78.23	-25.55	242.03	2554.71	-7822.85	0.00
46	DSTL8	Combination	66.67	90.14	438.42	-9013.79	6667.00	0.00
46	DSTL9	Combination	-74.32	-46.98	103.01	4697.51	-7432.24	0.00
46	DSTL10	Combination	70.58	68.71	299.41	-6870.99	7057.62	0.00
65	DEAD	LinStatic	-2.08	-8.79	189.37	879.20	-208.14	0.00
65	Viva	LinStatic	-6.56	-29.41	34.77	2941.07	-656.40	0.00
65	Sismo	LinStatic	-72.45	57.87	84.64	-5786.54	-7245.15	0.00
65	Viento	LinStatic	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
65	DSTL1	Combination	-2.91	-12.31	265.12	1230.88	-291.40	0.00

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-mm	Kgf-mm	Kgf-mm
65	DSTL2	Combination	-13.00	-57.61	282.88	5760.76	-1300.02	0.00
65	DSTL3	Combination	-5.78	-25.26	244.63	2525.58	-577.97	0.00
65	DSTL4	Combination	-5.78	-25.26	244.63	2525.58	-577.97	0.00
65	DSTL5	Combination	-1.87	-7.91	170.43	791.28	-187.33	0.00
65	DSTL6	Combination	-1.87	-7.91	170.43	791.28	-187.33	0.00
65	DSTL7	Combination	-78.23	32.61	329.27	-3260.96	-7823.12	0.00
65	DSTL8	Combination	66.67	-83.12	159.99	8312.12	6667.18	0.00
65	DSTL9	Combination	-74.32	49.95	255.07	-4995.26	-7432.48	0.00
65	DSTL10	Combination	70.58	-65.78	85.79	6577.82	7057.82	0.00

Table: Load Case Definitions

LoadCase	DesignType	SelfWtMult	AutoLoad	GUID	Notes
Text	Text	Unitless	Text	Text	Text
DEAD	DEAD	1.000000			
Viva	LIVE	0.000000			
Sismo	QUAKE	0.000000	UBC97		
Viento	WIND	0.000000	ASCE7-95		

Table: Steel Design 1 - Summary Data - AISC-LRFD93, Part 1 of 2

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text
15	W6X15	Column	No Messages	0.017949	PMM
17	W6X15	Beam	No Messages	0.003981	PMM
19	W6X15	Beam	No Messages	0.004056	PMM
26	W6X15	Beam	No Messages	0.003653	PMM
27	C6X8.2	Beam	No Messages	0.022013	PMM
28	C6X8.2	Beam	No Messages	0.011937	PMM
29	W6X15	Brace	No Messages	0.008726	PMM
36	C6X8.2	Beam	No Messages	0.003848	PMM
38	C6X8.2	Beam	No Messages	0.023095	PMM
39	C6X8.2	Beam	No Messages	0.003667	PMM
40	W6X15	Column	No Messages	0.007788	PMM
42	W6X15	Column	No Messages	0.007308	PMM
43	C6X8.2	Brace	No Messages	0.034023	PMM
44	C6X8.2	Brace	No Messages	0.031177	PMM
45	C6X8.2	Brace	No Messages	0.030029	PMM
46	C6X8.2	Brace	No Messages	0.029729	PMM
47	C6X8.2	Brace	No Messages	0.029740	PMM

Frame	DesignSect	DesignT ype	Status	Ratio	RatioType
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text
48	C6X8.2	Brace	No Messages	0.023095	PMM
49	C6X8.2	Brace	No Messages	0.023553	PMM
50	C6X8.2	Brace	No Messages	0.024237	PMM
51	C6X8.2	Brace	No Messages	0.025034	PMM
52	C6X8.2	Brace	No Messages	0.026652	PMM
53	C6X8.2	Brace	No Messages	0.028104	PMM
54	C6X8.2	Brace	No Messages	0.029541	PMM
55	C6X8.2	Brace	No Messages	0.031205	PMM
56	C6X8.2	Brace	No Messages	0.048149	PMM
57	C6X8.2	Brace	No Messages	0.050016	PMM
58	C10X20	Beam	No Messages	0.025215	PMM
59	W6X15	Column	No Messages	0.005844	PMM
60	C6X8.2	Brace	No Messages	0.038875	PMM
61	C6X8.2	Brace	No Messages	0.022143	PMM
62	C6X8.2	Brace	No Messages	0.019309	PMM
63	C6X8.2	Brace	No Messages	0.018128	PMM
64	C6X8.2	Brace	No Messages	0.017142	PMM
65	C6X8.2	Brace	No Messages	0.014889	PMM
66	C6X8.2	Brace	No Messages	0.016280	PMM
67	C6X8.2	Brace	No Messages	0.017576	PMM
68	C6X8.2	Brace	No Messages	0.018759	PMM
69	C6X8.2	Brace	No Messages	0.017721	PMM
70	C6X8.2	Brace	No Messages	0.018771	PMM
71	C6X8.2	Brace	No Messages	0.020099	PMM
72	C6X8.2	Brace	No Messages	0.021543	PMM
73	C6X8.2	Brace	No Messages	0.048870	PMM
74	C6X8.2	Brace	No Messages	0.050152	PMM
75	C10X20	Beam	No Messages	0.020320	PMM
76	C10X20	Beam	No Messages	0.017482	PMM
77	C10X20	Beam	No Messages	0.015556	PMM
78	C10X20	Beam	No Messages	0.013699	PMM
79	C10X20	Beam	No Messages	0.012221	PMM
80	C10X20	Beam	No Messages	0.010857	PMM
81	C10X20	Beam	No Messages	0.009546	PMM
82	C10X20	Beam	No Messages	0.008855	PMM
83	C10X20	Beam	No Messages	0.007885	PMM
84	C10X20	Beam	No Messages	0.007043	PMM
85	C10X20	Beam	No Messages	0.006297	PMM
86	C10X20	Beam	No Messages	0.005854	PMM

Frame	DesignSect	DesignT ype	Status	Ratio	RatioType
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text
87	C10X20	Beam	No Messages	0.004840	PMM
88	C10X20	Beam	No Messages	0.004196	PMM
31	W6X15	Column	No Messages	0.018166	PMM
32	W6X15	Column	No Messages	0.005944	PMM
89	W6X15	Column	No Messages	0.040670	PMM
98	W6X15	Beam	No Messages	0.017072	PMM
99	W6X15	Beam	No Messages	0.009674	PMM
100	W6X15	Beam	No Messages	0.021739	PMM
101	W6X15	Beam	No Messages	0.018497	PMM
102	W6X15	Beam	No Messages	0.025237	PMM
103	W6X15	Beam	No Messages	0.008507	PMM
104	W6X15	Beam	No Messages	0.023195	PMM
106	W6X15	Beam	No Messages	0.021525	PMM
107	W6X15	Column	No Messages	0.016813	PMM
109	W6X15	Column	No Messages	0.009961	PMM
110	W6X15	Column	No Messages	0.035531	PMM
111	W6X15	Column	No Messages	0.022609	PMM
116	C6X8.2	Beam	No Messages	0.083493	PMM
117	C6X8.2	Beam	No Messages	0.053535	PMM
118	C6X8.2	Beam	No Messages	0.048484	PMM
119	C6X8.2	Beam	No Messages	0.039101	PMM
120	C6X8.2	Beam	No Messages	0.024147	PMM
121	C6X8.2	Beam	No Messages	0.038977	PMM
126	L2X2X1/4	Brace	No Messages	0.039399	PMM
127	L2X2X1/4	Brace	No Messages	0.027093	PMM
128	L2X2X1/4	Brace	No Messages	0.037750	PMM
129	W6X15	Beam	No Messages	0.011551	PMM
130	W6X15	Beam	No Messages	0.014962	PMM
131	W6X15	Column	No Messages	0.038798	PMM
132	W6X15	Column	No Messages	0.022696	PMM
133	W6X15	Beam	No Messages	0.009458	PMM
134	W6X15	Beam	No Messages	0.018275	PMM
135	W6X15	Brace	No Messages	0.008879	PMM
136	W6X15	Column	No Messages	0.025785	PMM
137	W6X15	Column	No Messages	0.020984	PMM
138	W6X15	Beam	No Messages	0.010255	PMM
139	W6X15	Beam	No Messages	0.018112	PMM

Table: Steel Design 1 - Summary Data - AISC-LRFD93, Part 2 of 2

Frame	Combo	Location	ErrMsg	WarnMsg
Text	Text	mm	Text	Text
15	DSTL8	0.00	No Messages	No Messages
17	DSTL1	0.00	No Messages	No Messages
19	DSTL1	0.00	No Messages	No Messages
26	DSTL2	2551.00	No Messages	No Messages
27	DSTL1	0.00	No Messages	No Messages
28	DSTL1	0.00	No Messages	No Messages
29	DSTL1	1697.06	No Messages	No Messages
36	DSTL2	0.00	No Messages	No Messages
38	DSTL2	1553.00	No Messages	No Messages
39	DSTL2	1553.00	No Messages	No Messages
40	DSTL8	200.00	No Messages	No Messages
42	DSTL2	200.00	No Messages	No Messages
43	DSTL7	324.08	No Messages	No Messages
44	DSTL2	324.08	No Messages	No Messages
45	DSTL2	324.08	No Messages	No Messages
46	DSTL2	324.08	No Messages	No Messages
47	DSTL2	324.08	No Messages	No Messages
48	DSTL2	324.08	No Messages	No Messages
49	DSTL2	324.08	No Messages	No Messages
50	DSTL2	324.08	No Messages	No Messages
51	DSTL2	324.08	No Messages	No Messages
52	DSTL8	324.08	No Messages	No Messages
53	DSTL8	324.08	No Messages	No Messages
54	DSTL8	324.08	No Messages	No Messages
55	DSTL8	324.08	No Messages	No Messages
56	DSTL8	324.08	No Messages	No Messages
57	DSTL8	324.08	No Messages	No Messages
58	DSTL2	1000.00	No Messages	No Messages
59	DSTL8	200.00	No Messages	No Messages
60	DSTL7	0.00	No Messages	No Messages
61	DSTL2	0.00	No Messages	No Messages
62	DSTL8	0.00	No Messages	No Messages
63	DSTL8	0.00	No Messages	No Messages
64	DSTL2	324.08	No Messages	No Messages
65	DSTL8	324.08	No Messages	No Messages
66	DSTL8	324.08	No Messages	No Messages
67	DSTL8	324.08	No Messages	No Messages
68	DSTL8	324.08	No Messages	No Messages

Frame	Combo	Location	ErrMsg	WarnMsg
Text	Text	mm	Text	Text
69	DSTL8	324.08	No Messages	No Messages
70	DSTL8	324.08	No Messages	No Messages
71	DSTL8	324.08	No Messages	No Messages
72	DSTL8	324.08	No Messages	No Messages
73	DSTL7	324.08	No Messages	No Messages
74	DSTL7	324.08	No Messages	No Messages
75	DSTL2	1000.00	No Messages	No Messages
76	DSTL2	1000.00	No Messages	No Messages
77	DSTL2	1000.00	No Messages	No Messages
78	DSTL2	1000.00	No Messages	No Messages
79	DSTL2	1000.00	No Messages	No Messages
80	DSTL2	1000.00	No Messages	No Messages
81	DSTL2	1000.00	No Messages	No Messages
82	DSTL8	1000.00	No Messages	No Messages
83	DSTL8	1000.00	No Messages	No Messages
84	DSTL8	1000.00	No Messages	No Messages
85	DSTL8	1000.00	No Messages	No Messages
86	DSTL8	1000.00	No Messages	No Messages
87	DSTL8	1000.00	No Messages	No Messages
88	DSTL8	1000.00	No Messages	No Messages
31	DSTL2	0.00	No Messages	No Messages
32	DSTL8	0.00	No Messages	No Messages
89	DSTL2	0.00	No Messages	No Messages
98	DSTL7	0.00	No Messages	No Messages
99	DSTL7	1553.00	No Messages	No Messages
100	DSTL7	0.00	No Messages	No Messages
101	DSTL7	2460.00	No Messages	No Messages
102	DSTL8	907.00	No Messages	No Messages
103	DSTL7	0.00	No Messages	No Messages
104	DSTL7	0.00	No Messages	No Messages
106	DSTL7	2460.00	No Messages	No Messages
107	DSTL8	0.00	No Messages	No Messages
109	DSTL8	0.00	No Messages	No Messages
110	DSTL2	0.00	No Messages	No Messages
111	DSTL8	0.00	No Messages	No Messages
116	DSTL2	0.00	No Messages	No Messages
117	DSTL2	1170.00	No Messages	No Messages
118	DSTL2	381.00	No Messages	No Messages
119	DSTL2	0.00	No Messages	No Messages

Frame	Combo	Location	ErrMsg	WarnMsg
Text	Text	mm	Text	Text
120	DSTL2	1170.00	No Messages	No Messages
121	DSTL2	381.00	No Messages	No Messages
126	DSTL2	1637.19	No Messages	No Messages
127	DSTL10	0.00	No Messages	No Messages
128	DSTL7	1637.19	No Messages	No Messages
129	DSTL7	0.00	No Messages	No Messages
130	DSTL7	1230.00	No Messages	No Messages
131	DSTL7	0.00	No Messages	No Messages
132	DSTL1	0.00	No Messages	No Messages
133	DSTL1	0.00	No Messages	No Messages
134	DSTL1	0.00	No Messages	No Messages
135	DSTL8	1697.06	No Messages	No Messages
136	DSTL7	0.00	No Messages	No Messages
137	DSTL8	0.00	No Messages	No Messages
138	DSTL8	0.00	No Messages	No Messages
139	DSTL1	0.00	No Messages	No Messages

NORMAS INTERNACIONALES



Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless¹

This standard is issued under the fixed designation A 53/A 53M; 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.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope*

1.1 This specification² covers seamless and welded black and hot-dipped galvanized steel pipe in NPS ½ to NPS 26 [DN 6 to DN 650] (Note 1), inclusive, with nominal wall thickness (Note 2) as given in Table X2.2 and Table X2.3. It shall be permissible to furnish pipe having other dimensions provided that such pipe complies with all other requirements of this specification. Supplementary requirements of an optional nature are provided and shall apply only when specified by the purchaser.

NOTE 1—The dimensionless designators NPS (nominal pipe size) [DN (diameter nominal)] have been substituted in this specification for such traditional terms as “nominal diameter,” “size,” and “nominal size.”

NOTE 2—The term nominal wall thickness has been assigned for the purpose of convenient designation, existing in name only, and is used to distinguish it from the actual wall thickness, which may vary over or under the nominal wall thickness.

1.2 This specification covers the following types and grades:

1.2.1 *Type F*—Furnace-butt-welded, continuous welded Grade A,

1.2.2 *Type E*—Electric-resistance-welded, Grades A and B, and

1.2.3 *Type S*—Seamless, Grades A and B.

NOTE 3—See Appendix X1 for definitions of types of pipe.

1.3 Pipe ordered under this specification is intended for mechanical and pressure applications and is also acceptable for ordinary uses in steam, water, gas, and air lines. It is suitable for welding, and suitable for forming operations involving coiling, bending, and flanging, subject to the following qualifications:

1.3.1 Type F is not intended for flanging.

1.3.2 If Type S or Type E is required for close coiling or cold bending, Grade A is the preferred grade; however, this is not intended to prohibit the cold bending of Grade B pipe.

1.3.3 Type E is furnished either nonexpanded or cold expanded at the option of the manufacturer.

1.4 The values stated in either SI units or inch-pound units are to be regarded separately as standard. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system is to be used independently of the other.

1.5 The following precautionary caveat pertains only to the test method portion, Sections 7, 8, 9, 13, 14, and 15 of this specification: *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 requirements prior to use.*

1.6 The text of this specification contains notes or footnotes, or both, that provide explanatory material. Such notes and footnotes, excluding those in tables and figures, do not contain any mandatory requirements.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:³

A 90/A 90M Test Method for Weight [Mass] of Coating on Iron and Steel Articles with Zinc or Zinc-Alloy Coatings
A 370 Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products

A 530/A 530M Specification for General Requirements for Specialized Carbon and Alloy Steel Pipe

A 700 Practices for Packaging, Marking, and Loading Methods for Steel Products for Shipment

A 751 Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products

A 865 Specification for Threaded Couplings, Steel, Black or Zinc-Coated (Galvanized) Welded or Seamless, for Use in Steel Pipe Joints

³ For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

¹ This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A01 on Steel, Stainless Steel and Related Alloys and is the direct responsibility of Subcommittee A01.09 on Carbon Steel Tubular Products.

Current edition approved Sept. 1, 2007. Published October 2007. Originally approved in 1915. Last previous edition approved in 2006 as A 53/A 53M – 06a.

² For ASME Boiler and Pressure Vessel Code applications, see related Specification SA-53 in Section II of that code.

***A Summary of Changes section appears at the end of this standard.**

Copyright © ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.

- B 6 Specification for Zinc
- E 29 Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications
- E 213 Practice for Ultrasonic Examination of Metal Pipe and Tubing
- E 273 Practice for Ultrasonic Examination of the Weld Zone of Welded Pipe and Tubing
- E 309 Practice for Eddy-Current Examination of Steel Tubular Products Using Magnetic Saturation
- E 570 Practice for Flux Leakage Examination of Ferromagnetic Steel Tubular Products
- E 1806 Practice for Sampling Steel and Iron for Determination of Chemical Composition
- 2.2 *ANSI Standards:*
ASC X12⁴
B1.20.1 Pipe Threads, General Purpose⁴
- 2.3 *ASME Standard:*
B36.10M Welded and Seamless Wrought Steel Pipe⁵
- 2.4 *Military Standards:*
MIL-STD-129 Marking for Shipment and Storage⁶
MIL-STD-163 Steel Mill Products Preparation for Shipment and Storage⁶
- 2.5 *Federal Standards:*
Fed. Std. No. 123 Marking for Shipment (Civil Agencies)⁷
Fed. Std. No 183 Continuous Identification Marking of Iron and Steel Products⁷
- 2.6 *API Standard:*
5B Specification for Threading, Gauging, and Thread Inspection of Casing, Tubing, and Line Pipe Threads⁸

3. Ordering Information

- 3.1 Information items to be considered, if appropriate, for inclusion in the purchase order are as follows:
 - 3.1.1 Specification designation (A 53 or A 53M, including year-date),
 - 3.1.2 Quantity (feet, metres, or number of lengths),
 - 3.1.3 Grade (A or B),
 - 3.1.4 Type (F, E, or S; see 1.2),

⁴ Available from American National Standards Institute (ANSI), 25 W. 43rd St., 4th Floor, New York, NY 10036, <http://www.ansi.org>.

⁵ Available from American Society of Mechanical Engineers (ASME), ASME International Headquarters, Three Park Ave., New York, NY 10016-5990, <http://www.asme.org>.

⁶ Available from Standardization Documents Order Desk, DODSSP, Bldg. 4, Section D, 700 Robbins Ave., Philadelphia, PA 19111-5098

⁷ Available from General Services Administration, Washington, DC 20405.

⁸ Available from American Petroleum Institute (API), 1220 L. St., NW, Washington, DC 20005-4070, <http://api-ec.api.org>.

- 3.1.5 Finish (black or galvanized),
- 3.1.6 Size (either nominal (NPS) [DN] and weight class or schedule number, or both; or outside diameter and wall thickness, see Table X2.2 and Table X2.3),
- 3.1.7 Length (specific or random, see Section 16),
- 3.1.8 End finish (plain end or threaded, Section 11),
 - 3.1.8.1 Threaded and coupled, if desired,
 - 3.1.8.2 Threads only (no couplings), if desired,
 - 3.1.8.3 Plain end, if desired,
 - 3.1.8.4 Couplings power tight, if desired,
 - 3.1.8.5 Taper-tapped couplings for NPS 2 [DN 50] and smaller, if desired,
- 3.1.9 Close coiling, if desired (see 7.2.2),
- 3.1.10 Nondestructive electric test for seamless pipe (see 9.2),
- 3.1.11 Certification (see Section 20),
- 3.1.12 Report of the length of the end effect, if desired (see 9.2.7),
- 3.1.13 Marking (see Section 21),
- 3.1.14 End use of pipe,
- 3.1.15 Special requirements,
- 3.1.16 Supplementary requirements, if any,
- 3.1.17 Selection of applicable level of preservation and packaging and level of packing required, if other than as specified or if MIL-STD-163 applies (see 22.1), and
- 3.1.18 Packaging and package marking, if desired (see 23.1).

4. Materials and Manufacture

- 4.1 The steel for both seamless and welded pipe shall be made by one or more of the following processes: open-hearth, electric-furnace, or basic-oxygen.
- 4.2 If steels of different grades are sequentially strand cast, identification of the resultant transition material is required. The steel producer shall remove the transition material by any established procedure that positively separates the grades.
- 4.3 The weld seam of electric-resistance welded pipe in Grade B shall be heat treated after welding to a minimum of 1000 °F [540 °C] so that no untempered martensite remains, or otherwise processed in such a manner that no untempered martensite remains.
- 4.4 When pipe is cold expanded, the amount of expansion shall not exceed 1½ % of the specified outside diameter of the pipe.

5. Chemical Composition

- 5.1 The steel shall conform to the requirements as to chemical composition given in Table 1 and the chemical

TABLE 1 Chemical Requirements

	Composition, max, %								
	Carbon	Manganese	Phosphorus	Sulfur	Copper ^A	Nickel ^A	Chromium ^A	Molybdenum ^A	Vanadium ^A
	Type S (seamless pipe)								
Grade A	0.25	0.95	0.05	0.045	0.40	0.40	0.40	0.15	0.08
Grade B	0.30	1.20	0.05	0.045	0.40	0.40	0.40	0.15	0.08
	Type E (electric-resistance-welded)								
Grade A	0.25	0.95	0.05	0.045	0.50	0.40	0.40	0.15	0.08
Grade B	0.30	1.20	0.05	0.045	0.50	0.40	0.40	0.15	0.08
	Type F (furnace-welded pipe)								
Grade A	0.30	1.20	0.05	0.045	0.40	0.40	0.40	0.15	0.08

^A The total composition for these five elements shall not exceed 1.00 %.

analysis shall be in accordance with Test Methods, Practices, and Terminology A 751.

6. Product Analysis

6.1 The purchaser is permitted to perform an analysis of two pipes from each lot of 500 lengths, or fraction thereof. Samples for chemical analysis, except for spectrographic analysis, shall be taken in accordance with Practice E 1806. The chemical composition thus determined shall conform to the requirements given in Table 1.

6.2 If the analysis of either pipe does not conform to the requirements given in Table 1, analyses shall be made on additional pipes of double the original number from the same lot, each of which shall conform to the specified requirements.

7. Mechanical Properties

7.1 Tension Test:

7.1.1 For tension tests other than transverse weld tension tests, the yield strength corresponding to a permanent offset of 0.2 % of the gage length or to an extension of 0.5 % of the gage length under load, the tensile strength, and the elongation in 2 in. or 50 mm shall be determined, and the tension test results shall conform to the applicable tensile property requirements given in Table 2.

7.1.2 For transverse weld tension tests, the tensile strength shall be determined, and the tension test results shall conform to the applicable tensile strength requirement given in Table 2.

7.1.3 Electric-resistance-welded pipe NPS 8 [DN 200] or larger shall be tested using two transverse test specimens, one taken across the weld and one taken opposite the weld.

7.1.4 Transverse tension test specimens shall be approximately 1½ in. [38 mm] wide in the gage length and shall represent the full wall thickness of the pipe from which the test specimens were cut.

7.2 Bend Test:

7.2.1 For pipe NPS 2 [DN 50] or smaller, a sufficient length of pipe shall be capable of being bent cold through 90° around a cylindrical mandrel, the diameter of which is twelve times the specified outside diameter of the pipe, without developing cracks at any portion and without opening the weld.

7.2.2 If ordered for close coiling, the pipe shall stand being bent cold through 180° around a cylindrical mandrel, the diameter of which is eight times the specified outside diameter of the pipe, without failure.

7.2.3 Double-extra-strong pipe over NPS 1¼ [DN 32] need not be subjected to the bend test.

7.3 Flattening Test:

7.3.1 The flattening test shall be made on welded pipe over NPS 2 [DN 50] in extra-strong weight or lighter.

7.3.2 Seamless Pipe:

7.3.2.1 Although testing is not required, pipe shall be capable of meeting the flattening test requirements of Supplementary Requirement S1, if tested.

7.3.3 Electric-Resistance-Welded Pipe:

7.3.3.1 A test specimen at least 4 in. [100 mm] in length shall be flattened cold between parallel plates in three steps, with the weld located either 0° or 90° from the line of direction of force as required by 7.3.3.2 or 7.3.3.3, whichever is applicable. During the first step, which is a test for ductility of the weld, except as allowed by 7.3.5, 7.3.6, and 7.3.7, no cracks or breaks on the inside or outside surface at the weld shall be present before the distance between the plates is less than two thirds of the specified outside diameter of the pipe. As a second step, the flattening shall be continued as a test for ductility away from the weld. During the second step, except as allowed by 7.3.6 and 7.3.7, no cracks or breaks on the inside or outside surface away from the weld shall be present before the distance between the plates is less than one third of the specified outside diameter of the pipe but is not less than five times the specified wall thickness of the pipe. During the third step, which is a test for soundness, the flattening shall be continued until the test specimen breaks or the opposite walls of the test specimen meet. Evidence of laminated or unsound material or of incomplete weld that is revealed by the flattening test shall be cause for rejection.

7.3.3.2 For pipe produced in single lengths, the flattening test specified in 7.3.3.1 shall be made using a test specimen taken from each end of each length of pipe. The tests from each end shall be made alternately with the weld at 0° and at 90° from the line of direction of force.

7.3.3.3 For pipe produced in multiple lengths, the flattening test specified in 7.3.3.1 shall be made as follows:

(1) Test specimens taken from, and representative of, the front end of the first pipe intended to be supplied from each coil, the back end of the last pipe intended to be supplied from each coil, and each side of any intermediate weld stop location shall be flattened with the weld located at 90° from the line of direction of force.

(2) Test specimens taken from pipe at any two locations intermediate to the front end of the first pipe and the back end of the last pipe intended to be supplied from each coil shall be flattened with the weld located at 0° from the line of direction of force.

7.3.3.4 For pipe that is to be subsequently reheated throughout its cross section and hot formed by a reducing process, the manufacturer shall have the option of obtaining the flattening test specimens required by 7.3.3.2 or 7.3.3.3, whichever is applicable, either prior to or after such hot reducing.

TABLE 2 Tensile Requirements

	Grade A	Grade B
Tensile strength, min, psi [MPa]	48 000 [330]	60 000 [415]
Yield strength, min, psi [MPa]	30 000 [205]	35 000 [240]
Elongation in 2 in. or 50 mm	A,B	A,B

^A The minimum elongation in 2 in. [50 mm] shall be that determined by the following equation:

$$e = 625\,000 [1940] A^{0.2}/U^{0.9}$$

where:

e = minimum elongation in 2 in. or 50 mm in percent, rounded to the nearest percent,

A = the lesser of 0.75 in.² [500 mm²] and the cross-sectional area of the tension test specimen, calculated using the specified outside diameter of the pipe, or the nominal width of the tension test specimen and the specified wall thickness of the pipe, with the calculated value rounded to the nearest 0.01 in.² [1 mm²], and

U = specified minimum tensile strength, psi [MPa].

^B See Table X4.1 or Table X4.2, whichever is applicable, for the minimum elongation values that are required for various combinations of tension test specimen size and specified minimum tensile strength.

7.3.4 *Continuous-Welded Pipe*—A test specimen at least 4 in. [100 mm] in length shall be flattened cold between parallel plates in three steps. The weld shall be located at 90° from the line of direction of force. During the first step, which is a test for ductility of the weld, except as allowed by 7.3.5, 7.3.6, and 7.3.7, no cracks or breaks on the inside, outside, or end surfaces at the weld shall be present before the distance between the plates is less than three fourths of the specified outside diameter of the pipe. As a second step, the flattening shall be continued as a test for ductility away from the weld. During the second step, except as allowed by 7.3.6 and 7.3.7, no cracks or breaks on the inside, outside, or end surfaces away from the weld shall be present before the distance between the plates is less than 60 % of the specified outside diameter of the pipe. During the third step, which is a test for soundness, the flattening shall be continued until the test specimen breaks or the opposite walls of the test specimen meet. Evidence of laminated or unsound material or of incomplete weld that is revealed by the flattening test shall be cause for rejection.

7.3.5 Surface imperfections in the test specimen before flattening, but revealed during the first step of the flattening test, shall be judged in accordance with the finish requirements in Section 12.

7.3.6 Superficial ruptures as a result of surface imperfections shall not be cause for rejection.

7.3.7 For pipe with a D -to- t ratio less than 10, because the strain imposed due to geometry is unreasonably high on the inside surface at the 6 and 12 o'clock locations, cracks at such locations shall not be cause for rejection.

8. Hydrostatic Test

8.1 The hydrostatic test shall be applied, without leakage through the weld seam or the pipe body.

8.2 Plain-end pipe shall be hydrostatically tested to the applicable pressure given in Table X2.2, and threaded-and-coupled pipe shall be hydrostatically tested to the applicable pressure given in Table X2.3. It shall be permissible, at the discretion of the manufacturer, to perform the hydrostatic test on pipe with plain ends, with threads only, or with threads and couplings; and it shall also be permissible to test pipe in either single lengths or multiple lengths.

NOTE 4—The hydrostatic test pressures given herein are inspection test pressures, are not intended as a basis for design, and do not have any direct relationship to working pressures.

8.3 The minimum hydrostatic test pressure required to satisfy the requirements specified in 8.2 need not exceed 2500 psi [17 200 kPa] for pipe NPS 3 [DN 80] or smaller, or 2800 psi [19 300 kPa] for pipe larger than NPS 3 [DN 80]; however, the manufacturer has the option of using higher test pressures. For all sizes of seamless pipe and electric-resistance-welded pipe, the hydrostatic test pressure shall be maintained for at least 5 s.

9. Nondestructive Electric Test

9.1 *Type E Pipe*:

9.1.1 Except for pipe produced on a hot-stretch reducing mill, the weld seam of each length of electric-resistance-welded pipe NPS 2 [DN 50] or larger shall be tested with a

nondestructive electric test in accordance with Practices E 213, E 273, E 309, or E 570. Each length of electric-resistance-welded pipe NPS 2 [DN 50] or larger and produced on a hot-stretch-reducing mill shall be tested with a nondestructive electric test that inspects the full volume of the pipe in accordance with Practices E 213, E 309, or E 570.

9.1.2 *Ultrasonic and Electromagnetic Inspection*—Any equipment utilizing the ultrasonic or electromagnetic principles and capable of continuous and uninterrupted inspection of the weld seam shall be used. The equipment shall be checked with an applicable reference standard as described in 9.1.3 at least once every working turn or not more than 8 h to demonstrate its effectiveness and the inspection procedures. The equipment shall be adjusted to produce well-defined indications when the reference standard is scanned by the inspection unit in a manner simulating the inspection of the product.

9.1.3 *Reference Standards*—The length of the reference standards shall be determined by the pipe manufacturer, and they shall have the same specified diameter and thickness as the product being inspected. Reference standards shall contain machined notches, one on the inside surface and one on the outside surface, or a drilled hole, as shown in Fig. 1, at the option of the pipe manufacturer. The notches shall be parallel to the weld seam, and shall be separated by a distance sufficient to produce two separate and distinguishable signals. The 1/8-in. [3.2-mm] hole shall be drilled through the wall and perpendicular to the surface of the reference standard as shown in Fig. 1. Care shall be taken in the preparation of the reference standard to ensure freedom from fins or other edge roughness, or distortion of the pipe.

NOTE 5 The calibration standards shown in Fig. 1 are convenient standards for calibration of nondestructive testing equipment. The dimensions of such standards are not to be construed as the minimum sizes of imperfections detectable by such equipment.

9.1.4 *Acceptance Limits*—Table 3 gives the height of acceptance limit signals in percent of the height of signals produced by reference standards. Imperfections in the weld seam that produce a signal greater than the acceptance limit signal given in Table 3 shall be considered a defect unless the pipe manufacturer can demonstrate that the imperfection does not reduce the effective wall thickness beyond 12.5 % of the specified wall thickness.

9.2 *Type S Pipe*—As an alternative to the hydrostatic test at the option of the manufacturer or if specified in the purchase order, the full body of each seamless pipe shall be tested with a nondestructive electric test in accordance with Practice E 213, E 309, or E 570. In such cases, each length so furnished shall include the mandatory marking of the letters "NDE." Except as allowed by 9.2.6.2, it is the intent of this nondestructive electric test to reject pipe with imperfections that produce test signals equal to or greater than those produced by the applicable calibration standards.

9.2.1 If the nondestructive electric test has been performed, the lengths shall be marked with the letters "NDE." The certification, if required, shall state Nondestructive Electric Tested and shall indicate which of the tests was applied. Also, the letters NDE shall be appended to the product specification number and grade shown on the certification.

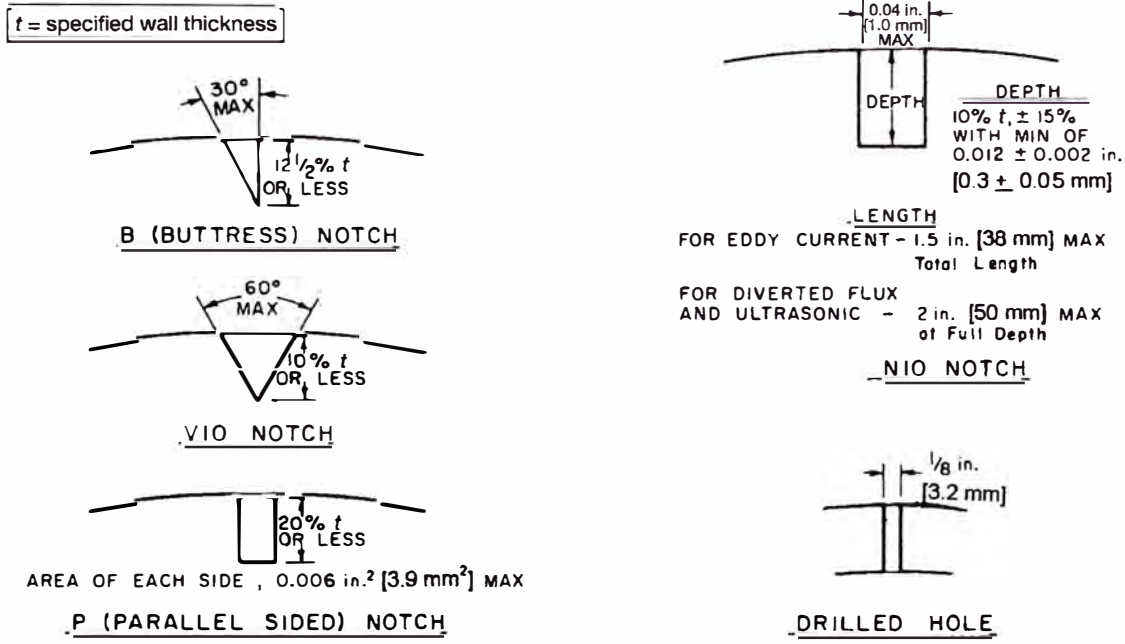


FIG. 1 Calibration Standards

TABLE 3 Acceptance Limits

Type Notch	Size of Hole		Acceptance Limit Signal, %
	in.	mm	
N10, V10	1/8	3.2	100
B, P	...	...	80

9.2.2 The following information is intended to facilitate the use of this specification:

9.2.2.1 The calibration standards defined in 9.2.3 through 9.2.5 are convenient standards for calibration of nondestructive testing equipment. The dimensions of such standards are not to be construed as the minimum sizes of imperfections detectable by such equipment.

9.2.2.2 The ultrasonic testing referred to in this specification is capable of detecting the presence and location of significant longitudinally or circumferentially oriented imperfections; however, different techniques need to be employed for the detection of differently oriented imperfections. Ultrasonic testing is not necessarily capable of detecting short, deep imperfections.

9.2.2.3 The eddy current examination referenced in this specification has the capability of detecting significant discontinuities, especially of the short abrupt type.

9.2.2.4 The flux leakage examination referred to in this specification is capable of detecting the presence and location of significant longitudinally or transversely oriented discontinuities. The provisions of this specification only require longitudinal calibration for flux leakage. Different techniques need to be employed for the detection of differently oriented imperfections.

9.2.2.5 The hydrostatic test referred to in 8.2 has the capability of finding imperfections of a size permitting the test fluid to leak through the tube wall and may be either visually seen or detected by a loss of pressure. Hydrostatic testing is not

necessarily capable of detecting very tight through-the-wall imperfections or imperfections that extend an appreciable distance into the wall without complete penetration.

9.2.2.6 A purchaser interested in ascertaining the nature (type, size, location, and orientation) of imperfections that are capable of being detected in the specific application of these examinations is directed to discuss this with the manufacturer of the tubular product.

9.2.3 For ultrasonic testing, the calibration reference notches shall be at the option of the manufacturer, and shall be any one of the three common notch shapes shown in Practice E 213. The depth of notch shall not exceed 12.5 % of the specified wall thickness of the pipe or 0.004 in. [0.1 mm], whichever is the greater.

9.2.4 For eddy current testing, the calibration pipe shall contain, at the option of the manufacturer, any one of the following calibration standards to establish a minimum sensitivity level for rejection.

9.2.4.1 *Drilled Hole*—The calibration pipe shall contain three holes spaced 120° apart or four holes spaced 90° apart, sufficiently separated longitudinally to ensure separately distinguishable responses. The holes shall be drilled radially and completely through the pipe wall, care being taken to avoid distortion of the pipe while drilling. Dependent upon the nominal pipe size, the calibration pipe shall contain the following hole:

NPS	DN	Diameter of Drilled Hole
≤ 1/2	≤ 15	0.039 in. [1.0 mm]
> 1/2 ≤ 1 1/4	> 15 ≤ 32	0.055 in. [1.4 mm]
> 1 1/4 ≤ 2	> 32 ≤ 50	0.071 in. [1.8 mm]
> 2 ≤ 5	> 50 ≤ 125	0.087 in. [2.2 mm]
> 5	> 125	0.106 in. [2.7 mm]

9.2.4.2 *Transverse Tangential Notch*—Using a round tool or file with a 1/4 in. [6 mm] diameter, a notch shall be filed or milled tangential to the surface and transverse to the longitudinal axis of the pipe. The notch shall have a depth not

exceeding 12.5 % of the specified wall thickness of the pipe or 0.012 in. [0.3 mm], whichever is the greater.

9.2.4.3 *Longitudinal Notch*—A notch 0.031 in. [0.8 mm] or less in width shall be machined in a radial plane parallel to the pipe axis on the outside surface of the pipe, to a depth not exceeding 12.5 % of the specified wall thickness of the pipe or 0.012 in. [0.3 mm], whichever is the greater. The length of the notch shall be compatible with the testing method.

9.2.4.4 *Compatibility*—The calibration standards in the calibration pipe shall be compatible with the testing equipment and the method being used.

9.2.5 For flux leakage testing, the longitudinal calibration reference notches shall be straight-sided notches machined in a radial plane parallel to the pipe axis. For specified wall thicknesses less than 0.500 in. [12.7 mm], outside and inside notches shall be used. For specified wall thicknesses equal to or greater than 0.500 in. [12.7 mm], only an outside notch shall be used. The notch depth shall not exceed 12.5 % of the specified wall thickness, or 0.012 in. [0.3 mm], whichever is the greater. The notch length shall not exceed 1 in. [25 mm], and the notch width shall not exceed the notch depth. Outside diameter and inside diameter notches shall be located sufficiently apart to allow separation and identification of the signals.

9.2.6 Pipe containing one or more imperfections that produce a signal equal to or greater than the signal produced by the calibration standard shall be rejected or the area producing the signal shall be rejected.

9.2.6.1 Test signals produced by imperfections that cannot be identified, or produced by cracks or crack-like imperfections, shall result in rejection of the pipe, unless it is repaired and retested. To be accepted, the pipe shall pass the same specification test to which it was originally subjected and the remaining wall thickness shall not have been decreased below that permitted by the specification. It shall be permissible to reduce the outside diameter at the point of grinding by the amount so removed.

9.2.6.2 It shall be permissible to evaluate test signals produced by visual imperfections in accordance with the provisions of Section 12. A few examples of such imperfections are straightener marks, cutting chips, scratches, steel die stamps, stop marks, or pipe reducer ripple.

9.2.7 The test methods described in Section 9 are not necessarily capable of inspecting the end portion of pipes. This condition is referred to as end effect. The length of the end effect shall be determined by the manufacturer and, if specified in the purchase order, reported to the purchaser.

10. Permissible Variations in Weight (Mass) and Dimensions

10.1 *Weight (Mass)*—The weight (mass) of the pipe shall not vary more than $\pm 10\%$ from its specified weight (mass), as derived by multiplying its measured length by its specified weight (mass) per unit length, as given in Table X2.2 or Table X2.3, or as calculated using the relevant equation in ASME B36.10M.

NOTE 6—For pipe NPS 4 [DN 100] or smaller, the weight (mass) tolerance is applicable to the weights (masses) of the customary lifts of pipe as produced for shipment by the mill. For pipe larger than NPS 4 [DN 100], where individual lengths are weighed, the weight (mass) tolerance is

applicable to the individual lengths.

10.2 *Diameter*—For pipe NPS 1½ [DN 40] or smaller, the outside diameter at any point shall not vary more than $\pm \frac{1}{64}$ in. [0.4 mm] from the specified outside diameter. For pipe NPS 2 [DN 50] or larger, the outside diameter shall not vary more than $\pm 1\%$ from the specified outside diameter.

10.3 *Thickness*—The minimum wall thickness at any point shall be not more than 12.5 % under the specified wall thickness. The minimum wall thickness on inspection shall conform to the requirements given in Table X2.4.

11. End Finish

11.1 If ordered with plain ends, the pipe shall be furnished to the following practice, unless otherwise specified.

11.1.1 *NPS 1½ [DN 40] or Smaller*—Unless otherwise specified in the purchase order, end finish shall be at the option of the manufacturer.

11.1.2 *Larger than NPS 1½ [DN 40]*:

11.1.2.1 Pipe of standard-weight or extra-strong weight, or in wall thickness less than 0.500 in. [12.7 mm], other than double extra-strong weight pipe, shall be plain-end beveled with ends beveled to an angle of 30°, +5°, -0°, measured from a line drawn perpendicular to the axis of the pipe, and with a root face of $\frac{1}{16}$ in. $\pm \frac{1}{32}$ in. [1.6 mm \pm 0.8 mm].

11.1.2.2 Pipe with a specified wall thickness greater than 0.500 in. [12.7 mm], and all double extra-strong weight pipe, shall be plain-end square cut.

11.2 If ordered with threaded ends, the pipe ends shall be provided with a thread in accordance with the gaging practice and tolerances of ANSI B1.20.1. For standard-weight pipe NPS 6 [DN 150] or smaller, refer to Table X3.1 for threading data. For standard-weight pipe NPS 8 [DN 200] or larger and all sizes of extra-strong weight pipe and double extra-strong weight pipe, refer to Table X3.2 for threading data. Threaded pipe NPS 4 [DN 100] or larger shall have thread protectors on the ends not protected by a coupling.

11.3 If ordered with couplings, one end of each length of pipe shall be provided with a coupling manufactured in accordance with Specification A 865. The coupling threads shall be in accordance with the gaging practice of ANSI B1.20.1. The coupling shall be applied handling-tight, unless power-tight is specified in the purchase order. Couplings are to be made of steel. Taper-tapped couplings shall be furnished on all threaded pipe NPS 2½ [DN 65] or larger. For pipe smaller than NPS 2½ [DN 65], it is regular practice to furnish straight-tapped couplings for standard-weight pipe and taper-tapped couplings for extra-strong and double extra-strong weight pipe. If taper-tapped couplings are required for standard-weight pipe smaller than NPS 2½ [DN 65], it is recommended that line pipe threads in accordance with API Specification 5B be ordered. The taper-tapped couplings provided on line pipe in such sizes may be used on mill-threaded standard-weight pipe of the same size.

12. Workmanship, Finish, and Appearance

12.1 The pipe manufacturer shall explore a sufficient number of visual surface imperfections to provide reasonable assurance that they have been properly evaluated with respect to depth.

12.2 Surface imperfections that penetrate more than 12.5 % of the specified wall thickness or encroach on the minimum wall thickness shall be considered defects. Pipe with defects shall be given one or more of the following dispositions:

12.2.1 The defect shall be removed by grinding, provided that the remaining wall thickness is within specified limits,

12.2.2 Type S pipe and the parent metal of Type E pipe, except within ½ in. [13 mm] of the fusion line of the electric-resistance-weld seam, are permitted to be repaired in accordance with the welding provisions of 12.5. Repair welding of Type F pipe and the weld seam of Type E pipe is prohibited.

12.2.3 The section of pipe containing the defect shall be cut off within the limits of requirement on length, or

12.2.4 Rejected.

12.3 At the purchaser's discretion, pipe shall be subjected to rejection if surface defects repaired in accordance with 12.2 are not scattered, but appear over a large area in excess of what is considered a workmanlike finish. Disposition of such pipe shall be a matter of agreement between the manufacturer and the purchaser.

12.4 For the removal of imperfections and defects by grinding, a smooth curved surface shall be maintained, and the wall thickness shall not be decreased below that permitted by this specification. It shall be permissible to reduce the outside diameter at the point of grinding by the amount so removed.

12.4.1 Wall thickness measurements shall be made with a mechanical caliper or with a properly calibrated nondestructive testing device of appropriate accuracy. In the case of a dispute, the measurement determined by use of the mechanical caliper shall govern.

12.5 Weld repair shall only be permitted with the approval of the purchaser and in accordance with Specification A 530/ A 530M.

12.6 The finished pipe shall be reasonably straight.

12.7 The pipe shall contain no dents greater than 10 % of the pipe diameter or ¼ in. [6 mm], whichever is smaller, measured as the gap between the lowest point of the dent and a prolongation of the original contour of the pipe. Cold-formed dents deeper than ⅛ in. [3 mm] shall be free of sharp-bottomed gouges; it shall be permissible to remove the gouges by grinding, provided that the remaining wall thickness is within specified limits. The length of the dent in any direction shall not exceed one half the specified outside diameter of the pipe.

13. Number of Tests

13.1 Except as required by 13.2, one of each of the tests specified in Section 7 shall be made on test specimens taken from one length of pipe from each lot of each pipe size. For continuous-welded pipe, each lot shall contain no more than 25 tons [23 Mg] of pipe for pipe sizes NPS 1½ [DN 40] and smaller, and no more than 50 tons [45 Mg] of pipe for pipe sizes larger than NPS 1½ [DN 40]. For seamless and electric-resistance-welded pipe, a lot shall contain no more than one heat, and at the option of the manufacturer shall contain no more than 500 lengths of pipe (as initially cut after the final pipe-forming operation, prior to any further cutting to the required ordered lengths) or 50 tons [45 Mg] of pipe.

13.2 The number of flattening tests for electric-resistance-welded pipe shall be in accordance with 7.3.3.2 or 7.3.3.3, whichever is applicable.

13.3 Except as allowed by 9.2, each length of pipe shall be subjected to the hydrostatic test (see Section 8).

14. Retests

14.1 Except for flattening tests of electric-resistance-welded pipe, if the results of a mechanical test for a lot fail to conform to the applicable requirements specified in Section 7, the lot shall be rejected unless tests of additional pipe from the affected lot of double the number originally tested are subsequently made and each such test conforms to the specified requirements. Only one retest of any lot will be permitted. Any individual length of pipe that conforms to the test requirements is acceptable. Any individual length of pipe that does not conform to the test requirements may be resubmitted for test and will be considered acceptable if tests taken from each pipe end conform to the specified requirements.

14.2 *Electric-Resistance-Welded Pipe Produced in Single Lengths*—If any flattening test result fails to conform to the requirements specified in 7.3.3, the affected single length shall be rejected unless the failed end is subsequently retested using the same weld orientation as the failed test and a satisfactory test result is obtained before the pipe's length is reduced by such testing to less than 80 % of its length after the initial cropping.

14.3 *Electric-Resistance-Welded Pipe Produced in Multiple Lengths*—If any flattening test result fails to conform to the requirements specified in 7.3.3, the affected multiple length shall be rejected or flattening tests shall be made using a test specimen taken from each end of each individual length in the failed multiple length. For each pipe end, such tests shall be made with the weld alternately at 0° and 90° from the line of direction of force. Individual lengths are considered acceptable if the test results for both pipe ends conform to the specified requirements.

15. Test Methods

15.1 The test specimens and the tests required by this specification shall conform to those described in the latest issue of Test Methods and Definitions A 370.

15.2 Each longitudinal tension test specimen shall be taken from a pipe end and shall not be flattened between the gage marks.

15.3 Test specimens for bend tests and flattening tests shall be taken from pipe. Test specimens for flattening tests shall be smooth on the ends and free from burrs.

15.4 Tests shall be conducted at room temperature.

16. Lengths

16.1 Unless otherwise specified, pipe lengths shall be in accordance with the following regular practices:

16.1.1 Except as allowed by 16.1.2 and 16.1.4, pipe lighter than extra-strong weight shall be in single-random lengths of 16 to 22 ft [4.88 to 6.71 m], with not more than 5 % of the total number of threaded lengths furnished being jointers (two pieces coupled together).

16.1.2 For plain-end pipe lighter than extra-strong weight, it shall be permissible for not more than 5 % of the total number of pipe to be in lengths of 12 to 16 ft [3.66 to 4.88 m].

16.1.3 Pipe of extra-strong weight or heavier shall be in random lengths of 12 to 22 ft [3.66 to 6.71 m], except that it shall be permissible for not more than 5 % of the total of pipe to be in lengths of 6 to 12 ft [1.83 to 3.66 m].

16.1.4 For extra-strong weight or lighter pipe ordered in double-random lengths, the minimum lengths shall be not less than 22 ft [6.71 m] and the minimum average length for the order shall be not less than 35 ft [10.67 m].

16.1.5 For pipe heavier than extra-strong weight ordered in lengths longer than single random, the lengths shall be as agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

16.1.6 If pipe is furnished threaded and coupled, the length shall be measured to the outer face of the coupling.

17. Galvanized Pipe

17.1 Galvanized pipe ordered under this specification shall be coated with zinc inside and outside by the hot-dip process. The zinc used for the coating shall be any grade of zinc conforming to Specification B 6.

17.2 *Weight (Mass) per Unit Area of Coating*—The weight (mass) per unit area of zinc coating shall be not less than 1.8 oz/ft² [0.55 kg/m²] as determined from the average results of the two specimens taken for test in the manner prescribed in 17.5 and not less than 1.6 oz/ft² [0.49 kg/m²] for each of these specimens. The weight (mass) per unit area of coating, expressed in ounces per square foot [kilograms per square metre] shall be calculated by dividing the total weight (mass) of zinc, inside plus outside, by the total area, inside plus outside, of the surface coated. Each specimen shall have not less than 1.3 oz/ft² [0.40 kg/m²] of zinc coating on each surface, calculated by dividing the total weight (mass) of zinc on the given surface (outside or inside) by the area of the surface coated (outside or inside).

17.3 *Weight (Mass) per Unit Area of Coating Test*—The weight (mass) per unit area of zinc coating shall be determined by stripping tests in accordance with Test Method A 90/A 90M.

17.4 *Test Specimens* Test specimens for determination of weight (mass) per unit area of coating shall be cut approximately 4 in. [100 mm] in length.

17.5 *Number of Tests*—Two test specimens for the determination of weight (mass) per unit area of coating shall be taken, one from each end of one length of galvanized pipe selected at random from each lot of 500 lengths, or fraction thereof, of each size.

17.6 *Retests*—If the weight (mass) per unit area of coating of any lot does not conform to the requirements specified in 17.2, retests of two additional pipes from the same lot shall be made, each of which shall conform to the specified requirements.

17.7 If pipe ordered under this specification is to be galvanized, the tension, flattening, and bend tests shall be made on the base material before galvanizing, if practicable. If specified, results of the mechanical tests on the base material shall be reported to the purchaser. If it is impracticable to make the mechanical tests on the base material before galvanizing, it shall be permissible to make such tests on galvanized samples,

and any flaking or cracking of the zinc coating shall not be considered cause for rejection. If galvanized pipe is bent or otherwise fabricated to a degree that causes the zinc coating to stretch or compress beyond the limit of elasticity, some flaking of the coating is acceptable.

18. Inspection

18.1 The inspector representing the purchaser shall have entry, at all times while work on the contract of the purchaser is being performed, to all parts of the manufacturer's works that concern the manufacture of the pipe ordered. The manufacturer shall afford the inspector all reasonable facilities to be satisfied that the pipe is being furnished in accordance with this specification. All tests (except product analysis) and inspection shall be made at the place of manufacture prior to shipment, unless otherwise specified, and shall be so conducted as not to interfere unnecessarily with the operation of the works.

19. Rejection

19.1 The purchaser is permitted to inspect each length of pipe received from the manufacturer and, if it does not meet the requirements of this specification based upon the inspection and test method as outlined in the specification, the length shall be rejected and the manufacturer shall be notified. Disposition of rejected pipe shall be a matter of agreement between the manufacturer and the purchaser.

19.2 Pipe found in fabrication or in installation to be unsuitable for the intended use, under the scope and requirements of this specification, shall be set aside and the manufacturer notified. Such pipe shall be subject to mutual investigation as to the nature and severity of the deficiency and the forming or installation, or both, conditions involved. Disposition shall be a matter for agreement.

20. Certification

20.1 The manufacturer or supplier shall, upon request, furnish to the purchaser a certificate of compliance stating that the material has been manufactured, sampled, tested, and inspected in accordance with this specification (including year-date), and has been found to meet the requirements.

20.2 *Test Report*—For Types E and S, the manufacturer or supplier shall furnish to the purchaser a chemical analysis report for the elements given in Table 1.

20.3 *EDI*—A certificate of compliance or test report printed from, or used in, electronic form from an electronic data interchange (EDI) transmission shall be regarded as having the same validity as a counterpart printed in the certifier's facility. The use and format of the EDI document are subject to agreement between the purchaser and the manufacturer or supplier.

NOTE 7—EDI is the computer to computer exchange of business information in a standard format such as ANSI ASC X12.

20.4 Notwithstanding the absence of a signature, the organization submitting the certificate of compliance or test report is responsible for its content.

21. Product Marking

21.1 Except as allowed by 21.5 and 21.6, each length of pipe shall be legibly marked in the following sequence to show:

- 21.1.1 Manufacturer’s name or mark,
- 21.1.2 Specification number (year-date not required),

NOTE 8—Pipe that complies with multiple compatible specifications may be marked with the appropriate designation for each specification.

21.1.3 Size (NPS and weight class, schedule number, or specified wall thickness; or specified outside diameter and specified wall thickness),

- 21.1.4 Grade (A or B),
- 21.1.5 Type of pipe (F, E, or S),

21.1.6 Test pressure, seamless pipe only (if applicable, in accordance with Table 4),

21.1.7 Nondestructive electric test, seamless pipe only (if applicable, in accordance with Table 4),

21.2 Unless another marking format is specified in the purchase order, length shall be marked in feet and tenths of a foot, or metres to two decimal places, dependent upon the units to which the pipe was ordered. The location of such marking shall be at the option of the manufacturer.

21.3 Heat number, lot number, run number, or a combination thereof shall be marked at the option of the manufacturer, unless specific marking is specified in the purchase order. The location of such marking shall be at the option of the manufacturer.

21.4 Any additional information desired by the manufacturer or specified in the purchase order.

21.5 For pipe NPS 1½ [DN 40] and smaller that is bundled, it shall be permissible to mark the required information on a tag securely attached to each bundle.

21.6 If pipe sections are cut into shorter lengths by a processor for resale as pipe, the processor shall transfer the

complete identification, including the name or brand of the manufacturer, to each unmarked cut length, or to metal tags securely attached to unmarked pipe bundled in accordance with the requirements of 21.5. The same material designation shall be included with the information transferred, and the processor’s name, trademark, or brand shall be added.

21.7 *Bar Coding*—In addition to the requirements in 21.1, 21.5, and 21.6, bar coding is acceptable as a supplementary identification method. It is recommended that bar coding be consistent with the Automotive Industry Action Group (AIAG) standard prepared by the Primary Metals Subcommittee of the AIAG Bar Code Project Team.

22. Government Procurement

22.1 If specified in the contract, the pipe shall be preserved, packaged, and packed in accordance with the requirements of MIL-STD-163. The applicable levels shall be as specified in the contract. Marking for shipment of such pipe shall be in accordance with Fed. Std. No. 123 for civil agencies and MIL-STD-129 or Federal Std. No. 183 if continuous marking is required, for military agencies.

22.2 *Inspection*—Unless otherwise specified in the contract, the manufacturer is responsible for the performance of all inspection and test requirements specified herein. Except as otherwise specified in the contract, the manufacturer shall use its own or any other suitable facilities for performing the inspection and test requirements specified herein, unless otherwise disapproved by the purchaser in the contract or purchase order. The purchaser shall have the right to perform any of the inspections and tests set forth in this specification where deemed necessary to ensure that the pipe conforms to the specified requirements.

23. Packaging and Package Marking

23.1 If specified in the purchase order, packaging, marking, and loading for shipment shall be in accordance with those procedures recommended by Practices A 700.

24. Keywords

24.1 black steel pipe; seamless steel pipe; steel pipe; welded steel pipe; zinc coated steel pipe

TABLE 4 Marking of Seamless Pipe

Hydro	NDE	Marking
Yes	No	Test pressure
No	Yes	NDE
Yes	Yes	Test Pressure/NDE

SUPPLEMENTARY REQUIREMENTS

The following supplementary requirements shall apply only when specified in the purchase order. The purchaser may specify a different frequency of test than is provided in the supplementary requirement. Subject to agreement between the purchaser and manufacturer, retest and retreatment provisions of these supplementary requirements may also be modified.

S1. Flattening Test, Seamless Pipe

S1.1 A test specimen at least 2½ in. [60 mm] in length shall be flattened cold between parallel plates in two steps. During the first step, which is a test for ductility, except as allowed by S1.3, S1.4, and S1.5, no cracks or breaks on the inside, outside, or end surfaces shall be present before the distance between the plates is less than the value of H calculated as follows:

$$H = (1 + e)t/(e + tD)$$

where:

- H = distance between flattening plates, in. [mm],
- e = deformation per unit length (constant for a given grade of steel, 0.09 for Grade A, and 0.07 for Grade B),
- t = specified wall thickness, in. [mm], and
- D = specified outside diameter, in. [mm]

The H values have been calculated for standard-weight and extra-heavy weight pipe from NPS 2½ to NPS 24 [DN 65 to DN 600], inclusive, and are given in Table X2.1.

S1.2 During the second step, which is a test for soundness, the flattening shall be continued until the test specimen breaks or the opposite sides of the test specimen meet. Evidence of laminated or unsound material that is revealed during the entire flattening test shall be cause for rejection.

S1.3 Surface imperfections in the test specimen before flattening, but revealed during the first step of the flattening test, shall be judged in accordance with the finish requirements in Section 12.

S1.4 Superficial ruptures as a result of surface imperfections shall not be cause for rejection.

S1.5 For pipe with a D -to- t ratio less than 10, because the strain imposed due to geometry is unreasonably high on the inside surface at the 6 and 12 o'clock locations, cracks at such locations shall not be cause for rejection.

S1.6 One test shall be made on test specimens taken from one length of pipe from each lot of each pipe size. A lot shall contain no more than one heat, and at the option of the manufacturer shall contain no more than 500 lengths of pipe (as initially cut after the final pipe-forming operation, prior to any further cutting to the required ordered lengths) or 50 tons [45 Mg] of pipe.

S1.7 If the results of a test for a lot fail to conform to the applicable requirements, the lot shall be rejected unless tests of additional pipe from the affected lot of double the number originally tested are subsequently made and each such test conforms to the specified requirements. Only one retest of any lot will be permitted. Any individual length of pipe that conforms to the test requirements is acceptable. Any individual length of pipe that does not conform to the test requirements may be resubmitted for test and will be considered acceptable if tests taken from each pipe end conform to the specified requirements.

APPENDIXES

(Nonmandatory Information)

X1. DEFINITIONS OF TYPES OF PIPE

X1.1 *Type F, Furnace-Butt-Welded Pipe, Continuous-Welded Pipe*—Pipe produced in multiple lengths from coiled skelp and subsequently cut into individual lengths, having its longitudinal butt joint forge welded by the mechanical pressure developed in rolling the hot-formed skelp through a set of round pass welding rolls.

X1.2 *Type E, Electric-Resistance-Welded Pipe*—Pipe produced in single lengths, or in multiple lengths from coiled skelp and subsequently cut into individual lengths, having a

longitudinal butt joint wherein coalescence is produced by the heat obtained from resistance of the pipe to the flow of electric current in a circuit of which the pipe is a part, and by the application of pressure.

X1.3 *Type S, Seamless Pipe*—Pipe made without a welded seam. It is manufactured by hot working steel and, if necessary, by subsequently cold finishing the hot-worked tubular product to produce the desired shape, dimensions, and properties.

X2. TABLES FOR DIMENSIONAL AND CERTAIN MECHANICAL REQUIREMENTS

X2.1 Tables X2.1-X2.4 address dimensional and certain mechanical requirements.

TABLE X2.1 Calculated *H* Values for Seamless Pipe

NPS Designator	DN Designator	Specified Outside Diameter, in. [mm]	Specified Wall Thickness, in. [mm]	Distance, in. [mm], Between Plates "H" by Formula: $H = (1 + e)l/(e + l/D)$	
				Grade A	Grade B
2½	65	2.875 [73.0]	0.203 [5.16]	1.378 [35.0]	1.545 [39.2]
			0.276 [7.01]	1.618 [41.1]	1.779 [45.2]
3	80	3.500 [88.9]	0.216 [5.49]	1.552 [39.4]	1.755 [44.6]
			0.300 [7.62]	1.861 [47.3]	2.062 [52.4]
3½	90	4.000 [101.6]	0.226 [5.74]	1.682 [42.7]	1.912 [48.6]
			0.318 [8.08]	2.045 [51.9]	2.276 [57.8]
4	100	4.500 [114.3]	0.237 [6.02]	1.811 [46.0]	2.067 [52.5]
			0.337 [8.56]	2.228 [56.6]	2.489 [63.2]
5	125	5.563 [141.3]	0.258 [6.55]	2.062 [52.4]	2.372 [60.2]
			0.375 [9.52]	2.597 [66.0]	2.920 [74.2]
6	150	6.625 [168.3]	0.280 [7.11]	2.308 [58.6]	2.669 [67.8]
			0.432 [10.97]	3.034 [77.1]	3.419 [86.8]
8	200	8.625 [219.1]	0.277 [7.04]	2.473 [62.8]	2.902 [73.7]
			0.322 [8.18]	2.757 [70.0]	3.210 [81.5]
			0.500 [12.70]	3.683 [93.5]	4.181 [106.2]
10	250	10.750 [273.0]	0.279 [7.09] ^A	2.623 [66.6]	3.111 [79.0]
			0.307 [7.80]	2.823 [71.7]	3.333 [84.7]
			0.365 [9.27]	3.210 [81.5]	3.757 [95.4]
			0.500 [12.70]	3.993 [101.4]	4.592 [116.6]
12	300	12.750 [323.8]	0.300 [7.62]	3.105 [78.9]	3.683 [93.5]
			0.375 [9.52]	3.423 [86.9]	4.037 [102.5]
			0.500 [12.70]	4.218 [107.1]	4.899 [124.4]
14	350	14.000 [355.6]	0.375 [9.52]	3.500 [88.9]	4.146 [105.3]
			0.500 [12.70]	4.336 [110.1]	5.061 [128.5]
16	400	16.000 [406.4]	0.375 [9.52]	3.603 [91.5]	4.294 [109.1]
			0.500 [12.70]	4.494 [114.1]	5.284 [134.2]
18	450	18.000 [457]	0.375 [9.52]	3.688 [93.7]	4.417 [112.2]
			0.500 [12.70]	4.628 [117.6]	5.472 [139.0]
20	500	20.000 [508]	0.375 [9.52]	3.758 [95.5]	4.521 [114.8]
			0.500 [12.70]	4.740 [120.4]	5.632 [143.1]
24	600	24.000 [610]	0.375 [9.52]	3.869 [98.3]	4.686 [119.0]
			0.500 [12.70]	4.918 [124.9]	5.890 [149.6]

^A Special order only.



A 53/A 53M – 07

TABLE X2.2 Dimensions, Weights (Masses) per Unit Length, and Test Pressures for Plain-End Pipe

NPS Designator	DN Designator	Specified Outside Diameter, in. [mm]	Specified Wall Thickness, in. [mm]	Nominal Weight (Mass) per Unit Length, Plain End, lb/ft [kg/m]	Weight Class	Schedule No.	Test Pressure, ^A psi [kPa]	
							Grade A	Grade B
1/8	6	0.405 [10.3]	0.068 [1.73]	0.24 [0.37]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.095 [2.41]	0.31 [0.47]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
1/4	8	0.540 [13.7]	0.088 [2.24]	0.43 [0.63]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.119 [3.02]	0.54 [0.80]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
3/8	10	0.675 [17.1]	0.091 [2.31]	0.57 [0.84]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.126 [3.20]	0.74 [1.10]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
1/2	15	0.840 [21.3]	0.109 [2.77]	0.85 [1.27]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.147 [3.73]	1.09 [1.62]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
			0.188 [4.78]	1.31 [1.95]	...	160	900 [6200]	900 [6200]
			0.294 [7.47]	1.72 [2.55]	XXS	...	1000 [6900]	1000 [6900]
3/4	20	1.050 [26.7]	0.113 [2.87]	1.13 [1.69]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.154 [3.91]	1.48 [2.20]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
			0.219 [5.56]	1.95 [2.90]	...	160	950 [6500]	950 [6500]
			0.308 [7.82]	2.44 [3.64]	XXS	...	1000 [6900]	1000 [6900]
1	25	1.315 [33.4]	0.133 [3.38]	1.68 [2.50]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.179 [4.55]	2.17 [3.24]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
			0.250 [6.35]	2.85 [4.24]	...	160	950 [6500]	950 [6500]
			0.358 [9.09]	3.66 [5.45]	XXS	...	1000 [6900]	1000 [6900]
1 1/4	32	1.660 [42.2]	0.140 [3.56]	2.27 [3.39]	STD	40	1200 [8300]	1300 [9000]
			0.191 [4.85]	3.00 [4.47]	XS	80	1800 [12 400]	1900 [13 100]
			0.250 [6.35]	3.77 [5.61]	...	160	1900 [13 800]	2000 [13 800]
			0.382 [9.70]	5.22 [7.77]	XXS	...	2200 [15 200]	2300 [15 900]
1 1/2	40	1.900 [48.3]	0.145 [3.68]	2.72 [4.05]	STD	40	1200 [8300]	1300 [9000]
			0.200 [5.08]	3.63 [5.41]	XS	80	1800 [12 400]	1900 [13 100]
			0.281 [7.14]	4.86 [7.25]	...	160	1950 [13 400]	2050 [14 100]
			0.400 [10.16]	6.41 [9.56]	XXS	...	2200 [15 200]	2300 [15 900]
2	50	2.375 [60.3]	0.154 [3.91]	3.66 [5.44]	STD	40	2300 [15 900]	2500 [17 200]
			0.218 [5.54]	5.03 [7.48]	XS	80	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.344 [8.74]	7.47 [11.11]	...	160	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.436 [11.07]	9.04 [13.44]	XXS	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
2 1/2	65	2.875 [73.0]	0.203 [5.16]	5.80 [8.63]	STD	40	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.276 [7.01]	7.67 [11.41]	XS	80	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.375 [9.52]	10.02 [14.90]	...	160	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.552 [14.02]	13.71 [20.39]	XXS	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
3	80	3.500 [88.9]	0.125 [3.18]	4.51 [6.72]	...	...	1290 [8900]	1500 [1000]
			0.156 [3.96]	5.58 [8.29]	...	...	1600 [11 000]	1870 [12 900]
			0.188 [4.78]	6.66 [9.92]	...	...	1930 [13 330]	2260 [15 600]
			0.216 [5.49]	7.58 [11.29]	STD	40	2220 [15 300]	2500 [17 200]
			0.250 [6.35]	8.69 [12.93]	...	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.281 [7.14]	9.67 [14.40]	...	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.300 [7.62]	10.26 [15.27]	XS	80	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.438 [11.13]	14.34 [21.35]	...	160	2500 [17 200]	2500 [17 200]
3 1/2	90	4.000 [101.6]	0.125 [3.18]	5.18 [7.72]	...	...	1120 [7700]	1310 [19 000]
			0.156 [3.96]	6.41 [9.53]	...	...	1400 [6700]	1640 [11 300]
			0.188 [4.78]	7.66 [11.41]	...	...	1690 [11 700]	1970 [13 600]
			0.226 [5.74]	9.12 [13.57]	STD	40	2030 [14 000]	2370 [16 300]
			0.250 [6.35]	10.02 [14.92]	...	...	2250 [15 500]	2500 [17 200]
			0.281 [7.14]	11.17 [16.63]	...	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.318 [8.08]	12.52 [18.63]	XS	80	2800 [19 300]	2800 [19 300]
		
4	100	4.500 [114.3]	0.125 [3.18]	5.85 [8.71]	...	...	1000 [6900]	1170 [8100]
			0.156 [3.96]	7.24 [10.78]	...	...	1250 [8600]	1460 [10 100]
			0.188 [4.78]	8.67 [12.91]	...	...	1500 [10 300]	1750 [12 100]
			0.219 [5.56]	10.02 [14.91]	...	...	1750 [12 100]	2040 [14 100]
			0.237 [6.02]	10.80 [16.07]	STD	40	1900 [13 100]	2210 [15 200]
			0.250 [6.35]	11.36 [16.90]	...	...	2000 [13 800]	2330 [16 100]
			0.281 [7.14]	12.67 [18.87]	...	...	2250 [15 100]	2620 [18 100]
		



A 53/A 53M – 07

TABLE X2.2 Continued

NPS Designator	DN Designator	Specified Outside Diameter, in. [mm]	Specified Wall Thickness, in. [mm]	Nominal Weight (Mass) per Unit Length, Plain End, lb/ft [kg/m]	Weight Class	Schedule No.	Test Pressure, ^A psi [kPa]	
							Grade A	Grade B
			0.312 [7.92]	13.97 [20.78]	...	...	2500 [17 200]	2800 [19 300]
			0.337 [8.56]	15.00 [22.32]	XS	80	2700 [18 600]	2800 [19 300]
			0.438 [11.13]	19.02 [28.32]	...	120	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.531 [13.49]	22.53 [33.54]	...	160	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.674 [17.12]	27.57 [41.03]	XXS	...	2800 [19 300]	2800 [19 300]
5	125	5.563 [141.3]	0.156 [3.96]	9.02 [13.41]	...	...	1010 [7000]	1180 [8100]
			0.188 [4.78]	10.80 [16.09]	...	...	1220 [8400]	1420 [9800]
			0.219 [5.56]	12.51 [18.61]	...	...	1420 [9800]	1650 [11 400]
			0.258 [6.55]	14.63 [21.77]	STD	40	1670 [11 500]	1950 [13 400]
			0.281 [7.14]	15.87 [23.62]	...	...	1820 [12 500]	2120 [14 600]
			0.312 [7.92]	17.51 [26.05]	...	...	2020 [13 900]	2360 [16 300]
			0.344 [8.74]	19.19 [28.57]	...	...	2230 [15 400]	2600 [17 900]
			0.375 [9.52]	20.80 [30.94]	XS	80	2430 [16 800]	2800 [19 300]
			0.500 [12.70]	27.06 [40.28]	...	120	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.625 [15.88]	32.99 [49.11]	...	160	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.750 [19.05]	38.59 [57.43]	XXS	...	2800 [19 300]	2800 [19 300]
6	150	6.625 [168.3]	0.188 [4.78]	12.94 [19.27]	...	...	1020 [7000]	1190 [8200]
			0.219 [5.56]	15.00 [22.31]	...	...	1190 [8200]	1390 [9600]
			0.250 [6.35]	17.04 [25.36]	...	...	1360 [9400]	1580 [10 900]
			0.280 [7.11]	18.99 [28.26]	STD	40	1520 [10 500]	1780 [12 300]
			0.312 [7.92]	21.06 [31.32]	...	...	1700 [11 700]	1980 [13 700]
			0.344 [8.74]	23.10 [34.39]	...	...	1870 [12 900]	2180 [15 000]
			0.375 [9.52]	25.05 [37.28]	...	...	2040 [14 100]	2380 [16 400]
			0.432 [10.97]	28.60 [42.56]	XS	80	2350 [16 200]	2740 [18 900]
			0.562 [14.27]	36.43 [54.20]	...	120	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.719 [18.26]	45.39 [67.56]	...	160	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.864 [21.95]	53.21 [79.22]	XXS	...	2800 [19 300]	2800 [19 300]
8	200	8.625 [219.1]	0.188 [4.78]	16.96 [25.26]	...	...	780 [5400]	920 [6300]
			0.203 [5.16]	18.28 [27.22]	...	...	850 [5900]	1000 [6900]
			0.219 [5.56]	19.68 [29.28]	...	...	910 [6300]	1070 [7400]
			0.250 [6.35]	22.38 [33.31]	...	20	1040 [7200]	1220 [8400]
			0.277 [7.04]	24.72 [36.31]	...	30	1160 [7800]	1350 [9300]
			0.312 [7.92]	27.73 [41.24]	...	...	1300 [9000]	1520 [10 500]
			0.322 [8.18]	28.58 [42.55]	STD	40	1340 [9200]	1570 [10 800]
			0.344 [8.74]	30.45 [45.34]	...	...	1440 [9900]	1680 [11 600]
			0.375 [9.52]	33.07 [49.20]	...	...	1570 [10 800]	1830 [12 600]
			0.406 [10.31]	35.67 [53.08]	...	60	1700 [11 700]	2000 [13 800]
			0.438 [11.13]	38.33 [57.08]	...	...	1830 [12 600]	2130 [14 700]
			0.500 [12.70]	43.43 [64.64]	XS	80	2090 [14 400]	2430 [16 800]
			0.594 [15.09]	51.00 [75.92]	...	100	2500 [17 200]	2800 [19 300]
			0.719 [18.26]	60.77 [90.44]	...	120	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.812 [20.62]	67.82 [100.92]	...	140	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.875 [22.22]	72.49 [107.88]	XXS	...	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.906 [23.01]	74.76 [111.27]	...	160	2800 [19 300]	2800 [19 300]
10	250	10.750 [273.0]	0.188 [4.78]	21.23 [31.62]	...	...	630 [4300]	730 [5000]
			0.203 [5.16]	22.89 [34.08]	...	...	680 [4700]	800 [5500]
			0.219 [5.56]	24.65 [36.67]	...	...	730 [5000]	860 [5900]
			0.250 [6.35]	28.06 [41.75]	...	20	840 [5800]	980 [6800]
			0.279 [7.09]	31.23 [46.49]	...	...	930 [6400]	1090 [7500]
			0.307 [7.80]	34.27 [51.01]	...	30	1030 [7100]	1200 [8300]
			0.344 [8.74]	38.27 [56.96]	...	...	1150 [7900]	1340 [9200]
			0.365 [9.27]	40.52 [60.29]	STD	40	1220 [8400]	1430 [9900]
			0.438 [11.13]	48.28 [71.87]	...	...	1470 [10 100]	1710 [11 800]
			0.500 [12.70]	54.79 [81.52]	XS	60	1670 [11 500]	1950 [13 400]
			0.594 [15.09]	64.49 [95.97]	...	80	1990 [13 700]	2320 [16 000]
			0.719 [18.26]	77.10 [114.70]	...	100	2410 [16 600]	2800 [19 300]
			0.844 [21.44]	89.38 [133.00]	...	120	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			1.000 [25.40]	104.23 [155.09]	XXS	140	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			1.125 [28.57]	115.75 [172.21]	...	160	2800 [19 300]	2800 [19 300]
12	300	12.750 [323.8]	0.203 [5.16]	27.23 [40.55]	...	...	570 [3900]	670 [4600]
			0.219 [5.56]	29.34 [43.63]	...	...	620 [4300]	720 [5000]
			0.250 [6.35]	33.41 [49.71]	...	20	710 [4900]	820 [5700]
			0.281 [7.14]	37.46 [55.75]	...	...	790 [5400]	930 [6400]
			0.312 [7.92]	41.48 [61.69]	...	...	880 [6100]	1030 [7100]
			0.330 [8.38]	43.81 [65.18]	...	30	930 [6400]	1090 [7500]



A 53/A 53M – 07

TABLE X2.2 Continued

NPS Designator	DN Designator	Specified Outside Diameter, in. [mm]	Specified Wall Thickness, in. [mm]	Nominal Weight (Mass) per Unit Length, Plain End, lb/ft [kg/m]	Weight Class	Schedule No.	Test Pressure, ^A psi [kPa]	
							Grade A	Grade B
			0.344 [8.74]	45.62 [67.90]	...	...	970 [6700]	1130 [7800]
			0.375 [9.52]	49.61 [73.78]	STD	...	1060 [7300]	1240 [8500]
			0.406 [10.31]	53.57 [79.70]	...	40	1150 [7900]	1340 [9200]
			0.438 [11.13]	57.65 [85.82]	...	...	1240 [8500]	1440 [9900]
			0.500 [12.70]	65.48 [97.43]	XS	...	1410 [9700]	1650 [11 400]
			0.562 [14.27]	73.22 [108.92]	...	60	1590 [11 000]	1850 [12 800]
			0.688 [17.48]	88.71 [132.04]	...	80	1940 [13 400]	2270 [15 700]
			0.844 [21.44]	107.42 [159.86]	...	100	2390 [16 500]	2780 [19 200]
			1.000 [25.40]	125.61 [186.91]	XXS	120	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			1.125 [28.57]	139.81 [208.00]	...	140	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			1.312 [33.32]	160.42 [238.68]	...	160	2800 [19 300]	2800 [19 300]
14	350	14.000 [355.6]	0.210 [5.33]	30.96 [46.04]	...	...	540 [3700]	630 [4300]
			0.219 [5.56]	32.26 [47.99]	...	...	560 [3900]	660 [4500]
			0.250 [6.35]	36.75 [54.69]	...	10	640 [4400]	750 [5200]
			0.281 [7.14]	41.21 [61.35]	...	...	720 [5000]	840 [5800]
			0.312 [7.92]	45.65 [67.90]	...	20	800 [5500]	940 [6500]
			0.344 [8.74]	50.22 [74.76]	...	...	880 [6100]	1030 [7100]
			0.375 [9.52]	54.62 [81.25]	STD	30	960 [6600]	1120 [7700]
			0.438 [11.13]	63.50 [94.55]	...	40	1130 [7800]	1310 [9000]
			0.469 [11.91]	67.84 [100.94]	...	...	1210 [8300]	1410 [9700]
			0.500 [12.70]	72.16 [107.39]	XS	...	1290 [8900]	1500 [10 300]
			0.594 [15.09]	85.13 [126.71]	...	60	1530 [10 500]	1790 [12 300]
			0.750 [19.05]	106.23 [158.10]	...	80	1930 [13 300]	2250 [15 500]
			0.938 [23.83]	130.98 [194.96]	...	100	2410 [16 600]	2800 [19 300]
			1.094 [27.79]	150.93 [224.65]	...	120	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			1.250 [31.75]	170.37 [253.56]	...	140	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			1.406 [35.71]	189.29 [281.70]	...	160	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			2.000 [50.80]	256.56 [381.83]	...	...	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			2.125 [53.97]	269.76 [401.44]	...	...	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			2.200 [55.88]	277.51 [413.01]	...	...	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			2.500 [63.50]	307.34 [457.40]	...	...	2800 [19 300]	2800 [19 300]
16	400	16.000 [406.4]	0.219 [5.56]	36.95 [54.96]	...	...	490 [3400]	570 [3900]
			0.250 [6.35]	42.09 [62.64]	...	10	560 [3900]	660 [4500]
			0.281 [7.14]	47.22 [70.30]	...	...	630 [4300]	740 [5100]
			0.312 [7.92]	52.32 [77.83]	...	20	700 [4800]	820 [5700]
			0.344 [8.74]	57.57 [85.71]	...	...	770 [5300]	900 [6200]
			0.375 [9.52]	62.64 [93.17]	STD	30	840 [5800]	980 [6800]
			0.438 [11.13]	72.86 [108.49]	...	...	990 [6800]	1150 [7900]
			0.469 [11.91]	77.87 [115.86]	...	...	1060 [7300]	1230 [8500]
			0.500 [12.70]	82.85 [123.30]	XS	40	1120 [7700]	1310 [9000]
			0.656 [16.66]	107.60 [160.12]	...	60	1480 [10 200]	1720 [11 900]
			0.844 [21.44]	136.74 [203.53]	...	80	1900 [13 100]	2220 [15 300]
			1.031 [26.19]	164.98 [245.56]	...	100	2320 [16 000]	2710 [18 700]
			1.219 [30.96]	192.61 [286.64]	...	120	2740 [18 900]	2800 [19 300]
			1.438 [36.53]	223.85 [333.19]	...	140	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			1.594 [40.49]	245.48 [365.35]	...	160	2800 [19 300]	2800 [19 300]
18	450	18.000 [457]	0.250 [6.35]	47.44 [70.60]	...	10	500 [3400]	580 [4000]
			0.281 [7.14]	53.23 [79.24]	...	...	560 [3900]	660 [4500]
			0.312 [7.92]	58.99 [87.75]	...	20	620 [4300]	730 [5000]
			0.344 [8.74]	64.93 [96.66]	...	...	690 [4800]	800 [5500]
			0.375 [9.52]	70.65 [105.10]	STD	...	750 [5200]	880 [6100]
			0.406 [10.31]	76.36 [113.62]	...	...	810 [5600]	950 [6500]
			0.438 [11.13]	82.23 [122.43]	...	30	880 [6100]	1020 [7000]
			0.469 [11.91]	87.89 [130.78]	...	...	940 [6500]	1090 [7500]
			0.500 [12.70]	93.54 [139.20]	XS	...	1000 [6900]	1170 [8100]
			0.562 [14.27]	104.76 [155.87]	...	40	1120 [7700]	1310 [9000]
			0.750 [19.05]	138.30 [205.83]	...	60	1500 [10 300]	1750 [12 100]
			0.938 [23.83]	171.08 [254.67]	...	80	1880 [13 000]	2190 [15 100]
			1.156 [29.36]	208.15 [309.76]	...	100	2310 [15 900]	2700 [18 600]
			1.375 [34.92]	244.37 [363.64]	...	120	2750 [19 000]	2800 [19 300]
			1.562 [39.67]	274.48 [408.45]	...	140	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			1.781 [45.24]	308.79 [459.59]	...	160	2800 [19 300]	2800 [19 300]
20	500	20.000 [508]	0.250 [6.35]	52.78 [78.55]	...	10	450 [3100]	520 [3600]
			0.281 [7.14]	59.23 [88.19]	...	...	510 [3500]	590 [4100]
			0.312 [7.92]	65.66 [97.67]	...	...	560 [3900]	660 [4500]
			0.344 [8.74]	72.28 [107.60]	...	...	620 [4300]	720 [5000]

TABLE X2.2 *Continued*

NPS Designator	DN Designator	Specified Outside Diameter, in. [mm]	Specified Wall Thickness, in. [mm]	Nominal Weight (Mass) per Unit Length, Plain End, lb/ft [kg/m]	Weight Class	Schedule No.	Test Pressure, ⁴ psi [kPa]	
							Grade A	Grade B
			0.375 [9.52]	78.67 [117.02]	STD	20	680 [4700]	790 [5400]
			0.406 [10.31]	84.04 [126.53]	...	...	730 [5000]	850 [5900]
			0.438 [11.13]	91.59 [136.37]	...	...	790 [5400]	920 [6300]
			0.469 [11.91]	97.92 [145.70]	...	...	850 [5900]	950 [6500]
			0.500 [12.70]	104.23 [155.12]	XS	30	900 [6200]	1050 [7200]
			0.594 [15.09]	123.23 [183.42]	...	40	1170 [8100]	1250 [8600]
			0.812 [20.62]	166.56 [247.83]	...	60	1460 [10 100]	1710 [11 800]
			1.031 [26.19]	209.06 [311.17]	...	80	1860 [12 800]	2170 [15 000]
			1.281 [32.54]	256.34 [381.53]	...	100	2310 [15 900]	2690 [18 500]
			1.500 [38.10]	296.65 [441.49]	...	120	2700 [18 600]	2800 [19 300]
			1.750 [44.45]	341.41 [508.11]	...	140	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			1.969 [50.01]	379.53 [564.81]	...	160	2800 [19 300]	2800 [19 300]
24	600	24.000 [610]	0.250 [6.35]	63.47 [94.46]	...	10	380 [2600]	440 [3000]
			0.281 [7.14]	71.25 [106.08]	...	...	420 [2900]	490 [3400]
			0.312 [7.92]	79.01 [117.51]	...	...	470 [3200]	550 [3800]
			0.344 [8.74]	86.99 [129.50]	...	...	520 [3600]	600 [4100]
			0.375 [9.52]	94.71 [140.88]	STD	20	560 [3900]	660 [4500]
			0.406 [10.31]	102.40 [152.37]	...	...	610 [4200]	710 [4900]
			0.438 [11.13]	110.32 [164.26]	...	...	660 [4500]	770 [5300]
			0.469 [11.91]	117.98 [175.54]	...	...	700 [4800]	820 [5700]
			0.500 [12.70]	125.61 [186.94]	XS	...	750 [5200]	880 [6100]
			0.562 [14.27]	140.81 [209.50]	...	30	840 [5800]	980 [6800]
			0.688 [17.48]	171.45 [255.24]	...	40	1030 [7100]	1200 [8300]
			0.938 [23.83]	231.25 [344.23]	...	...	1410 [9700]	1640 [11 300]
			0.969 [24.61]	238.57 [355.02]	...	60	1450 [10 000]	1700 [11 700]
			1.219 [30.96]	296.86 [441.78]	...	80	1830 [12 600]	2130 [14 700]
			1.531 [38.89]	367.74 [547.33]	...	100	2300 [15 900]	2680 [18 500]
			1.812 [46.02]	429.79 [639.58]	...	120	2720 [18 800]	2800 [19 300]
			2.062 [52.37]	483.57 [719.63]	...	140	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			2.344 [59.54]	542.64 [807.63]	...	160	2800 [19 300]	2800 [19 300]
26	650	26.000 [660]	0.250 [6.35]	68.82 [102.42]	...	...	350 [2400]	400 [2800]
			0.281 [7.14]	77.26 [115.02]	...	...	390 [2700]	450 [3100]
			0.312 [7.92]	85.68 [127.43]	...	10	430 [3000]	500 [3400]
			0.344 [8.74]	94.35 [140.45]	...	...	480 [3300]	560 [3900]
			0.375 [9.52]	102.72 [152.80]	STD	...	520 [3600]	610 [4200]
			0.406 [10.31]	111.08 [165.28]	...	...	560 [3900]	660 [4500]
			0.438 [11.13]	119.69 [178.20]	...	...	610 [4200]	710 [4900]
			0.469 [11.91]	128.00 [190.46]	...	...	650 [4500]	760 [5200]
			0.500 [12.70]	136.30 [202.85]	XS	20	690 [4800]	810 [5600]
			0.562 [14.27]	152.83 [227.37]	...	...	780 [5400]	910 [6300]

⁴ The minimum test pressure for outside diameters and wall thicknesses not listed shall be computed by the formula given below. The computed test pressure shall be used in all cases, except as follows:

(1) For specified wall thicknesses greater than the heaviest specified wall thickness listed in this table for the applicable specified outside diameter, the test pressure shall be the highest value listed for the applicable specified outside diameter and grade.

(2) For pipe smaller than NPS 2 [DN 50] with a specified wall thickness less than the lightest specified wall thickness listed in this table for the applicable specified outside diameter and grade.

(3) For all sizes of Grade A and B pipe smaller than NPS 2 [DN 50], the test pressures were assigned arbitrarily. Test pressures for intermediate specified outside diameters need not exceed those given in this table for the next larger listed size.

$$P = 2St/D$$

where:

- P = minimum hydrostatic test pressure, psi [kPa],
- S = 0.60 times the specified minimum yield strength, psi [kPa],
- t = specified wall thickness, in. [mm], and
- D = specified outside diameter, in. [mm].

TABLE X2.3 Dimensions, Weights (Masses) per Unit Length, and Test Pressures for Threaded and Coupled Pipe

NPS Designator	DN Designator	Specified Outside Diameter, in. [mm]	Specified Wall Thickness, in. [mm]	Nominal Weight (Mass) per Unit Length, Threaded and Coupled, lb/ft [kg/m]	Weight Class	Schedule No.	Test Pressure, psi [kPa]	
							Grade A	Grade B
1/8	6	0.405 [10.3]	0.068 [1.73]	0.25 [0.37]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.095 [2.41]	0.32 [0.46]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
1/4	8	0.540 [13.7]	0.088 [2.24]	0.43 [0.63]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.119 [3.02]	0.54 [0.80]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
3/8	10	0.675 [17.1]	0.091 [2.31]	0.57 [0.84]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.126 [3.20]	0.74 [1.10]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
1/2	15	0.840 [21.3]	0.109 [2.77]	0.86 [1.27]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.147 [3.73]	1.09 [1.62]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
			0.294 [7.47]	1.72 [2.54]	XXS	...	1000 [6900]	1000 [6900]
3/4	20	1.050 [26.7]	0.113 [2.87]	1.14 [1.69]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.154 [3.91]	1.48 [2.21]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
			0.308 [7.82]	2.45 [3.64]	XXS	...	1000 [6900]	1000 [6900]
1	25	1.315 [33.4]	0.133 [3.38]	1.69 [2.50]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.179 [4.55]	2.19 [3.25]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
			0.358 [9.09]	3.66 [5.45]	XXS	...	1000 [6900]	1000 [6900]
1 1/4	32	1.660 [42.2]	0.140 [3.56]	2.28 [3.40]	STD	40	1000 [6900]	1100 [7600]
			0.191 [4.85]	3.03 [4.49]	XS	80	1500 [10 300]	1600 [11 000]
			0.382 [9.70]	5.23 [7.76]	XXS	...	1800 [12 400]	1900 [13 100]
1 1/2	40	1.900 [48.3]	0.145 [3.68]	2.74 [4.04]	STD	40	1000 [6900]	1100 [7600]
			0.200 [5.08]	3.65 [5.39]	XS	80	1500 [10 300]	1600 [11 000]
			0.400 [10.16]	6.41 [9.56]	XXS	...	1800 [12 400]	1900 [13 100]
2	50	2.375 [60.3]	0.154 [3.91]	3.68 [5.46]	STD	40	2300 [15 900]	2500 [17 200]
			0.218 [5.54]	5.08 [7.55]	XS	80	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.436 [11.07]	9.06 [13.44]	XXS	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
2 1/2	65	2.875 [73.0]	0.203 [5.16]	5.85 [8.67]	STD	40	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.276 [7.01]	7.75 [11.52]	XS	80	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.552 [14.02]	13.72 [20.39]	XXS	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
3	80	3.500 [88.9]	0.216 [5.49]	7.68 [11.35]	STD	40	2200 [15 200]	2500 [17 200]
			0.300 [7.62]	10.35 [15.39]	XS	80	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.600 [15.24]	18.60 [27.66]	XXS	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
3 1/2	90	4.000 [101.6]	0.226 [5.74]	9.27 [13.71]	STD	40	2000 [13 800]	2400 [16 500]
			0.318 [8.08]	12.67 [18.82]	XS	80	2800 [19 300]	2800 [19 300]
4	100	4.500 [114.3]	0.237 [6.02]	10.92 [16.23]	STD	40	1900 [13 100]	2200 [15 200]
			0.337 [8.56]	15.20 [22.60]	XS	80	2700 [18 600]	2800 [19 300]
			0.674 [17.12]	27.62 [41.09]	XXS	...	2800 [19 300]	2800 [19 300]
5	125	5.563 [141.3]	0.258 [6.55]	14.90 [22.07]	STD	40	1700 [11 700]	1900 [13 100]
			0.375 [9.52]	21.04 [31.42]	XS	80	2400 [16 500]	2800 [19 300]
			0.750 [19.05]	38.63 [57.53]	XXS	...	2800 [19 300]	2800 [19 300]
6	150	6.625 [168.3]	0.280 [7.11]	19.34 [28.58]	STD	40	1500 [10 300]	1800 [12 400]
			0.432 [10.97]	28.88 [43.05]	XS	80	2300 [15 900]	2700 [18 600]
			0.864 [21.95]	53.19 [79.18]	XXS	...	2800 [19 300]	2800 [19 300]
8	200	8.625 [219.1]	0.277 [7.04]	25.53 [38.07]	...	30	1200 [8300]	1300 [9000]
			0.322 [8.18]	29.35 [43.73]	STD	40	1300 [9000]	1600 [11 000]
			0.500 [12.70]	44.00 [65.41]	XS	80	2100 [14 500]	2400 [16 500]
			0.875 [22.22]	72.69 [107.94]	XXS	...	2800 [19 300]	2800 [19 300]
10	250	10.750 [273.0]	0.279 [7.09]	32.33 [48.80]	...	...	950 [6500]	1100 [7600]
			0.307 [7.80]	35.33 [53.27]	...	30	1000 [6900]	1200 [8300]
			0.365 [9.27]	41.49 [63.36]	STD	40	1200 [8300]	1400 [9700]
			0.500 [12.70]	55.55 [83.17]	XS	60	1700 [11 700]	2000 [13 800]
12	300	12.750 [323.8]	0.330 [8.38]	45.47 [67.72]	...	30	950 [6500]	1100 [7600]
			0.375 [9.52]	51.28 [76.21]	STD	...	1100 [7600]	1200 [8300]
			0.500 [12.70]	66.91 [99.4]	XS	...	1400 [9700]	1600 [11 000]



TABLE X2.4 Table of Minimum Permissible Wall Thicknesses on Inspection for Pipe Specified Wall Thicknesses

NOTE 1—The following equation, upon which this table is based, shall be applied to calculate minimum permissible wall thickness from specified wall thickness:

$$t_s \times 0.875 = t_m$$

where:

t_s = specified wall thickness, in. [mm], and

t_m = minimum permissible wall thickness, in. [mm].

The wall thickness is expressed to three [two] decimal places, the fourth [third] decimal place being carried forward or dropped in accordance with Practice E 29.

NOTE 2—This table is a master table covering wall thicknesses available in the purchase of different classifications of pipe, but it is not meant to imply that all of the walls listed therein are obtainable under this specification.

Specified Wall Thickness (t_s), in. [mm]	Minimum Permissible Wall Thickness on Inspection (t_m), in. [mm]	Specified Wall Thickness (t_s), in. [mm]	Minimum Permissible Wall Thickness on Inspection (t_m), in. [mm]	Specified Wall Thickness (t_s), in. [mm]	Minimum Permissible Wall Thickness on Inspection (t_m), in. [mm]
0.068 [1.73]	0.060 [1.52]	0.294 [7.47]	0.257 [6.53]	0.750 [19.05]	0.656 [16.66]
0.088 [2.24]	0.077 [1.96]	0.300 [7.62]	0.262 [6.65]	0.812 [20.62]	0.710 [18.03]
0.091 [2.31]	0.080 [2.03]	0.307 [7.80]	0.269 [6.83]	0.844 [21.44]	0.739 [18.77]
0.095 [2.41]	0.083 [2.11]	0.308 [7.82]	0.270 [6.86]	0.864 [21.94]	0.756 [19.20]
0.109 [2.77]	0.095 [2.41]	0.312 [7.92]	0.273 [6.93]	0.875 [22.22]	0.766 [19.46]
0.113 [2.87]	0.099 [2.51]	0.318 [8.08]	0.278 [7.06]	0.906 [23.01]	0.793 [20.14]
0.119 [3.02]	0.104 [2.64]	0.322 [8.18]	0.282 [7.16]	0.938 [23.82]	0.821 [20.85]
0.125 [3.18]	0.109 [2.77]	0.330 [8.38]	0.289 [7.34]	0.968 [24.59]	0.847 [21.51]
0.126 [3.20]	0.110 [2.79]	0.337 [8.56]	0.295 [7.49]	1.000 [25.40]	0.875 [22.22]
0.133 [3.38]	0.116 [2.95]	0.343 [8.71]	0.300 [7.62]	1.031 [26.19]	0.902 [22.91]
0.140 [3.56]	0.122 [3.10]	0.344 [8.74]	0.301 [7.65]	1.062 [26.97]	0.929 [23.30]
0.145 [3.68]	0.127 [3.23]	0.358 [9.09]	0.313 [7.95]	1.094 [27.79]	0.957 [24.31]
0.147 [3.73]	0.129 [3.28]	0.365 [9.27]	0.319 [8.10]	1.125 [28.58]	0.984 [24.99]
0.154 [3.91]	0.135 [3.43]	0.375 [9.52]	0.328 [8.33]	1.156 [29.36]	1.012 [25.70]
0.156 [3.96]	0.136 [3.45]	0.382 [9.70]	0.334 [8.48]	1.219 [30.96]	1.067 [27.08]
0.179 [4.55]	0.157 [3.99]	0.400 [10.16]	0.350 [8.89]	1.250 [31.75]	1.094 [27.79]
0.187 [4.75]	0.164 [4.17]	0.406 [10.31]	0.355 [9.02]	1.281 [32.54]	1.121 [28.47]
0.188 [4.78]	0.164 [4.17]	0.432 [10.97]	0.378 [9.60]	1.312 [33.32]	1.148 [29.16]
0.191 [4.85]	0.167 [4.24]	0.436 [11.07]	0.382 [9.70]	1.343 [34.11]	1.175 [29.85]
0.200 [5.08]	0.175 [4.44]	0.437 [11.10]	0.382 [9.70]	1.375 [34.92]	1.203 [30.56]
0.203 [5.16]	0.178 [4.52]	0.438 [11.13]	0.383 [9.73]	1.406 [35.71]	1.230 [31.24]
0.216 [5.49]	0.189 [4.80]	0.500 [12.70]	0.438 [11.13]	1.438 [36.53]	1.258 [31.95]
0.218 [5.54]	0.191 [4.85]	0.531 [13.49]	0.465 [11.81]	1.500 [38.10]	1.312 [33.32]
0.219 [5.56]	0.192 [4.88]	0.552 [14.02]	0.483 [12.27]	1.531 [38.89]	1.340 [34.04]
0.226 [5.74]	0.198 [5.03]	0.562 [14.27]	0.492 [12.50]	1.562 [39.67]	1.367 [34.72]
0.237 [6.02]	0.207 [5.26]	0.594 [15.09]	0.520 [13.21]	1.594 [40.49]	1.395 [35.43]
0.250 [6.35]	0.219 [5.56]	0.600 [15.24]	0.525 [13.34]	1.750 [44.45]	1.531 [38.89]
0.258 [6.55]	0.226 [5.74]	0.625 [15.88]	0.547 [13.89]	1.781 [45.24]	1.558 [39.57]
0.276 [7.01]	0.242 [6.15]	0.656 [16.66]	0.574 [14.58]	1.812 [46.02]	1.586 [40.28]
0.277 [7.04]	0.242 [6.15]	0.674 [17.12]	0.590 [14.99]	1.968 [49.99]	1.722 [43.74]
0.279 [7.09]	0.244 [6.20]	0.688 [17.48]	0.602 [15.29]	2.062 [52.37]	1.804 [45.82]
0.280 [7.11]	0.245 [6.22]	0.719 [18.26]	0.629 [15.98]	2.344 [59.54]	2.051 [52.10]
0.281 [7.14]	0.246 [6.25]				

X3. BASIC THREADING DATA

X3.1 Fig. X3.1 is to be used with Table X3.1. Fig. X3.2 is to be used with Table X3.2.

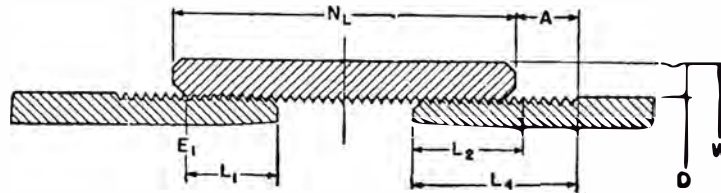


FIG. X3.1 Dimensions of Hand Tight Assembly for Use with Table X3.1

TABLE X3.1 Basic Threading Data for Standard-Weight Pipe, NPS 6 [DN 150] or Smaller

NOTE 1—All dimensions in this table are nominal and subject to mill tolerances.

NOTE 2—The taper of threads is 3/4 in./ft [62.5 mm/m] on the diameter.

Pipe		Threads				Coupling				
NPS Designator	DN Designator	Specified Outside Diameter, in. [mm] <i>D</i>	Number per inch	End of Pipe to Hand Tight Plane, in. [mm] <i>L₁</i>	Effective Length, in. [mm] <i>L₂</i>	Total Length, in. [mm] <i>L₄</i>	Pitch Diameter at Hand Tight Plane, in. [mm] <i>E₁</i>	Specified Outside Diameter, in. [mm] <i>W</i>	Length, min., in. [mm] <i>N_L</i>	Hand Tight Stand-Off (Number of Threads) <i>A</i>
1/8	6	0.405 [10.3]	27	0.1615 [4.1021]	0.2638 [6.7005]	0.3924 [9.9670]	0.37360 [9.48944]	0.563 [14.3]	3/4 [19]	4
1/4	8	0.540 [13.7]	18	0.2278 [5.7861]	0.4018 [10.2057]	0.5946 [15.1028]	0.49163 [12.48740]	0.719 [18.3]	1 1/8 [29]	5 1/2
3/8	10	0.675 [17.1]	18	0.240 [6.096]	0.4078 [10.3581]	0.6006 [15.2552]	0.62701 [15.92605]	0.875 [22.2]	1 1/8 [29]	5
1/2	15	0.840 [21.3]	14	0.320 [8.128]	0.5337 [13.5560]	0.7815 [19.8501]	0.77843 [19.77212]	1.063 [27.0]	1 1/2 [38]	5
3/4	20	1.050 [26.7]	14	0.339 [8.611]	0.5457 [13.8608]	0.7935 [20.1549]	0.98887 [25.11730]	1.313 [33.4]	1 9/16 [40]	5
1	25	1.315 [33.4]	11 1/2	0.400 [10.160]	0.6828 [17.3431]	0.9845 [25.0063]	1.23863 [31.46120]	1.576 [40.0]	1 5/16 [49]	5
1 1/4	32	1.660 [42.2]	11 1/2	0.420 [10.668]	0.7068 [17.9527]	1.0085 [25.6159]	1.58338 [40.21785]	1.900 [48.3]	2 [50]	5
1 1/2	40	1.900 [48.3]	11 1/2	0.420 [10.668]	0.7235 [18.3769]	1.0252 [26.0401]	1.82234 [46.28744]	2.200 [55.9]	2 [50]	5 1/2
2	50	2.375 [60.3]	11 1/2	0.436 [11.074]	0.7565 [19.2151]	1.0582 [26.8783]	2.29627 [58.32526]	2.750 [69.8]	2 1/16 [52]	5 1/2
2 1/2	65	2.875 [73.0]	8	0.682 [17.323]	1.1376 [28.8950]	1.5712 [39.9085]	2.76216 [70.15886]	3.250 [82.5]	3 1/16 [78]	5 1/2
3	80	3.500 [88.9]	8	0.766 [19.456]	1.2000 [30.4800]	1.6337 [41.4960]	3.38850 [86.06790]	4.000 [101.6]	3 3/16 [81]	5 1/2
3 1/2	90	4.000 [101.6]	8	0.821 [20.853]	1.2500 [31.7500]	1.6837 [42.7660]	3.88881 [98.77577]	4.625 [117.5]	3 5/16 [84]	5 1/2
4	100	4.500 [114.3]	8	0.844 [21.438]	1.3000 [33.0200]	1.7337 [44.0360]	4.38713 [111.43310]	5.000 [127.0]	3 7/16 [87]	5
5	125	5.563 [141.3]	8	0.937 [23.800]	1.4063 [35.7200]	1.8400 [46.7360]	5.44929 [138.41200]	6.296 [159.9]	3 11/16 [94]	5
6	150	6.625 [168.3]	8	0.958 [24.333]	1.5125 [38.4175]	1.9462 [49.4335]	6.50597 [165.25164]	7.390 [187.7]	3 15/16 [100]	6

ASTM A 53/A 53M – 07

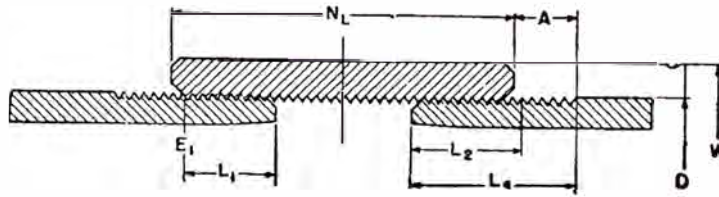


FIG. X3.2 Dimensions of Hand Tight Assembly for Use with Table X3.2

TABLE X3.2 Basic Threading Data for Standard-Weight Pipe, NPS 8 [DN 200] or Larger, and all Sizes of Extra-Strong and Double-Extra-Strong Weight Pipe

NOTE 1—The taper of threads is 3/4 in./ft [62.5 mm/m] on the diameter.

Pipe			Threads						Coupling			
NPS Designator	DN Designator	Specified Outside Diameter, in. [mm]	Number per Inch	End of Pipe to Hand Tight Plane, in. [mm]	Effective Length, in. [mm]	Total Length, in. [mm]	Pitch Diameter at Hand Tight Plane, in. [mm]	Specified Outside Diameter, in. [mm]	Length, min. in. [mm]	Hand Tight Stand-Off (Number of Threads)		
		<i>D</i>		<i>L</i> ₁	<i>L</i> ₂	<i>L</i> ₄	<i>E</i> ₁	<i>W</i>	<i>N</i> _L			
1/8	6	0.405 [10.3]	27	0.1615 [4.1021]	0.2638 [6.7005]	0.3924 [9.9670]	0.37360 [9.48944]	0.563 [14.3]	1 1/16 [27]	3		
1/4	8	0.540 [13.7]	18	0.2278 [5.7861]	0.4018 [10.2057]	0.5946 [15.1028]	0.49163 [12.48740]	0.719 [18.3]	1 5/8 [41]	3		
3/8	10	0.675 [17.1]	18	0.240 [6.096]	0.4078 [10.3581]	0.6006 [15.2552]	0.62701 [15.92605]	0.875 [22.2]	1 5/8 [41]	3		
1/2	15	0.840 [21.3]	14	0.320 [8.128]	0.5337 [13.5560]	0.7815 [19.8501]	0.77843 [19.77212]	1.063 [27.0]	2 1/8 [54]	3		
3/4	20	1.050 [26.7]	14 1/2	0.339 [8.611]	0.5457 [13.8608]	0.7935 [20.1549]	0.98887 [25.11730]	1.313 [33.4]	2 1/8 [54]	3		
1	25	1.315 [33.4]	11	0.400 [10.160]	0.6828 [17.3431]	0.9845 [25.0063]	1.23863 [31.46120]	1.576 [40.0]	2 5/8 [67]	3		
1 1/4	32	1.660 [42.2]	11 1/2	0.420 [10.668]	0.7068 [17.9527]	1.0085 [25.6159]	1.58338 [40.21785]	2.054 [52.2]	2 3/4 [70]	3		
1 1/2	40	1.900 [48.3]	11 1/2	0.420 [10.668]	0.7235 [18.3769]	1.0252 [26.0401]	1.82234 [46.28744]	2.200 [55.9]	2 3/4 [70]	3		
2	50	2.375 [60.3]	11 1/2	0.436 [11.074]	0.7565 [19.2151]	1.0582 [26.8783]	2.29627 [58.32526]	2.875 [73.0]	2 7/8 [73]	3		
2 1/2	65	2.875 [73.0]	8	0.682 [17.323]	1.1375 [28.8950]	1.5712 [39.9085]	2.76216 [70.15886]	3.375 [85.7]	4 1/8 [105]	2		
3	80	3.500 [88.9]	8	0.766 [19.456]	1.2000 [30.4800]	1.6337 [41.4960]	3.38850 [86.06790]	4.000 [101.6]	4 1/4 [108]	2		
3 1/2	90	4.000 [101.6]	8	0.821 [20.853]	1.2500 [31.7500]	1.6837 [42.7660]	3.88881 [98.77577]	4.625 [117.5]	4 3/8 [111]	2		
4	100	4.500 [114.3]	8	0.844 [21.438]	1.3000 [33.0200]	1.7337 [44.0360]	4.38713 [111.43310]	5.200 [132.1]	4 1/2 [114]	2		
5	125	5.563 [141.3]	8	0.937 [23.800]	1.4063 [35.7200]	1.8400 [46.7360]	5.44929 [138.41200]	6.296 [159.9]	4 5/8 [117]	2		
6	150	6.625 [168.3]	8	0.958 [24.333]	1.5125 [38.4175]	1.9462 [49.4335]	6.50597 [165.25164]	7.390 [187.7]	4 7/8 [124]	2		
8	200	8.625 [219.1]	8	1.063 [27.000]	1.7125 [43.4975]	2.1462 [54.5135]	8.50003 [215.90076]	9.625 [244.5]	5 1/4 [133]	2		
10	250	10.750 [273.0]	8	1.210 [30.734]	1.9250 [48.8950]	2.3587 [59.9110]	10.62094 [269.77188]	11.750 [298.4]	5 3/4 [146]	2		
12	300	12.750 [323.8]	8	1.360 [34.544]	2.1250 [53.9750]	2.5587 [64.9910]	12.61781 [320.49237]	14.000 [355.6]	6 1/8 [156]	2		
14	350	14.000 [355.6]	8	1.562 [39.675]	2.2500 [57.1500]	2.6837 [68.1660]	13.87263 [352.36480]	15.000 [381.0]	6 3/8 [162]	2		
16	400	16.000 [406.4]	8	1.812 [46.025]	2.4500 [62.2300]	2.8837 [73.2460]	15.87575 [403.24405]	17.000 [432]	6 3/4 [171]	2		
18	450	18.000 [457]	8	2.000 [50.800]	2.6500 [67.3100]	3.0837 [78.3260]	17.87500 [454.02500]	19.000 [483]	7 1/8 [181]	2		
20	500	20.000 [508]	8	2.125 [53.975]	2.8500 [72.3900]	3.2837 [83.4060]	19.87031 [504.70587]	21.000 [533]	7 5/8 [194]	2		

X4. ELONGATION VALUES

X4.1 Tabulated in Table X4.1 are the minimum elongation values in inch-pound units, calculated using the equation given in Table 2.

TABLE X4.1 Elongation Values

Area, <i>A</i> , in. ²	Specified Wall Thickness, in.			Elongation in 2 in., min, %	
	Tension Test Specimen			Specified Minimum Tensile Strength, psi	
	3/4-in. Specimen	1-in. Specimen	1 1/2-in. Specimen	48 000	60 000
0.75 and greater	0.994 and greater	0.746 and greater	0.497 and greater	36	30
0.74	0.980–0.993	0.735–0.745	0.490–0.496	36	29
0.73	0.967–0.979	0.726–0.734	0.484–0.489	36	29
0.72	0.954–0.966	0.715–0.725	0.477–0.483	36	29
0.71	0.941–0.953	0.706–0.714	0.471–0.476	36	29
0.70	0.927–0.940	0.695–0.705	0.464–0.470	36	29
0.69	0.914–0.926	0.686–0.694	0.457–0.463	36	29
0.68	0.900–0.913	0.675–0.685	0.450–0.456	35	29
0.67	0.887–0.899	0.666–0.674	0.444–0.449	35	29
0.66	0.874–0.886	0.655–0.665	0.437–0.443	35	29

TABLE X4.1 *Continued*

Area, A, in. ²	Specified Wall Thickness, in.			Elongation in 2 in., min, %	
	Tension Test Specimen			Specified Minimum Tensile Strength, psi	
	¾-in. Specimen	1-in. Specimen	1½-in. Specimen	48 000	60 000
0.65	0.861–0.873	0.646–0.654	0.431–0.436	35	29
0.64	0.847–0.860	0.635–0.645	0.424–0.430	35	29
0.63	0.834–0.846	0.626–0.634	0.417–0.423	35	29
0.62	0.820–0.833	0.615–0.625	0.410–0.416	35	28
0.61	0.807–0.819	0.606–0.614	0.404–0.409	35	28
0.60	0.794–0.806	0.595–0.605	0.397–0.403	35	28
0.59	0.781–0.793	0.586–0.594	0.391–0.396	34	28
0.58	0.767–0.780	0.575–0.585	0.384–0.390	34	28
0.57	0.754–0.766	0.566–0.574	0.377–0.383	34	28
0.56	0.740–0.753	0.555–0.565	0.370–0.376	34	28
0.55	0.727–0.739	0.546–0.554	0.364–0.369	34	28
0.54	0.714–0.726	0.535–0.545	0.357–0.363	34	28
0.53	0.701–0.713	0.526–0.534	0.351–0.356	34	28
0.52	0.687–0.700	0.515–0.525	0.344–0.350	34	27
0.51	0.674–0.686	0.506–0.514	0.337–0.343	33	27
0.50	0.660–0.673	0.495–0.505	0.330–0.336	33	27
0.49	0.647–0.659	0.486–0.494	0.324–0.329	33	27
0.48	0.634–0.646	0.475–0.485	0.317–0.323	33	27
0.47	0.621–0.633	0.466–0.474	0.311–0.316	33	27
0.46	0.607–0.620	0.455–0.465	0.304–0.310	33	27
0.45	0.594–0.606	0.446–0.454	0.297–0.303	33	27
0.44	0.580–0.593	0.435–0.445	0.290–0.296	32	27
0.43	0.567–0.579	0.426–0.434	0.284–0.289	32	26
0.42	0.554–0.566	0.415–0.425	0.277–0.283	32	26
0.41	0.541–0.553	0.406–0.414	0.271–0.276	32	26
0.40	0.527–0.540	0.395–0.405	0.264–0.270	32	26
0.39	0.514–0.526	0.386–0.394	0.257–0.263	32	26
0.38	0.500–0.513	0.375–0.385	0.250–0.256	32	26
0.37	0.487–0.499	0.366–0.374	0.244–0.249	31	26
0.36	0.474–0.486	0.355–0.365	0.237–0.243	31	26
0.35	0.461–0.473	0.346–0.354	0.231–0.236	31	25
0.34	0.447–0.460	0.335–0.345	0.224–0.230	31	25
0.33	0.434–0.446	0.326–0.334	0.217–0.223	31	25
0.32	0.420–0.433	0.315–0.325	0.210–0.216	30	25
0.31	0.407–0.419	0.306–0.314	0.204–0.209	30	25
0.30	0.394–0.406	0.295–0.305	0.197–0.203	30	25
0.29	0.381–0.393	0.286–0.294	0.191–0.196	30	24
0.28	0.367–0.380	0.275–0.285	0.184–0.190	30	24
0.27	0.354–0.366	0.266–0.274	0.177–0.183	29	24
0.26	0.340–0.353	0.255–0.265	0.170–0.176	29	24
0.25	0.327–0.339	0.246–0.254	0.164–0.169	29	24
0.24	0.314–0.326	0.235–0.245	0.157–0.163	29	24
0.23	0.301–0.313	0.226–0.234	0.151–0.156	29	23
0.22	0.287–0.300	0.215–0.225	0.144–0.150	28	23
0.21	0.274–0.286	0.206–0.214	0.137–0.143	28	23
0.20	0.260–0.273	0.195–0.205	0.130–0.136	28	23
0.19	0.247–0.259	0.186–0.194	0.124–0.129	27	22
0.18	0.234–0.246	0.175–0.185	0.117–0.123	27	22
0.17	0.221–0.233	0.166–0.174	0.111–0.116	27	22
0.16	0.207–0.220	0.155–0.165	0.104–0.110	27	22
0.15	0.194–0.206	0.146–0.154	0.097–0.103	26	21
0.14	0.180–0.193	0.135–0.145	0.091–0.096	26	21
0.13	0.167–0.179	0.126–0.134	0.084–0.090	25	21
0.12	0.154–0.166	0.115–0.125	0.077–0.083	25	20
0.11	0.141–0.153	0.106–0.114	0.071–0.076	25	20
0.10	0.127–0.140	0.095–0.105	0.064–0.070	24	20
0.09	0.114–0.126	0.086–0.094	0.057–0.063	24	19
0.08	0.100–0.113	0.075–0.085	0.050–0.056	23	19
0.07	0.087–0.099	0.066–0.074	0.044–0.049	22	18
0.06	0.074–0.086	0.055–0.065	0.037–0.043	22	18
0.05	0.061–0.073	0.046–0.054	0.031–0.036	21	17
0.04	0.047–0.060	0.035–0.045	0.024–0.030	20	16
0.03	0.034–0.046	0.026–0.034	0.017–0.023	19	16
0.02	0.020–0.033	0.015–0.025	0.010–0.016	17	14
0.01 and less	0.019 and less	0.014 and less	0.009 and less	15	12

X4.2 Tabulated in Table X4.2 are the minimum elongation values in SI units, calculated using the equation given in Table 2.

TABLE X4.2 Elongation Values

Area, A, mm ²	Specified Wall Thickness, mm			Elongation in 50 mm, min, %	
	Tension Test Specimen			Specified Minimum Tensile Strength, MPa	
	19-mm Specimen	25-mm Specimen	38-mm Specimen	330	415
500 and greater	26.3 and greater	20.0 and greater	13.2 and greater	36	30
480-499	25.3-26.2	19.2-19.9	12.7-13.1	36	30
460-479	24.2-25.2	18.4-19.1	12.1-12.6	36	29
440-459	23.2-24.1	17.6-18.3	11.6-12.0	36	29
420-439	22.1-23.1	16.8-17.5	11.1-11.5	35	29
400-419	21.1-22.0	16.0-16.7	10.6-11.0	35	29
380-399	20.0-21.0	15.2-15.9	10.0-10.5	35	28
360-379	19.0-19.9	14.4-15.0	9.5-9.9	34	28
340-359	17.9-18.9	13.6-14.3	9.0-9.4	34	28
320-339	16.9-17.8	12.8-13.5	8.5-8.9	34	27
300-319	15.8-16.8	12.0-12.7	7.9-8.4	33	27
280-299	14.8-15.7	11.2-11.9	7.4-7.8	33	27
260-279	13.7-14.7	10.4-11.1	6.9-7.3	32	26
240-259	12.7-13.6	9.6-10.3	6.4-6.8	32	26
220-239	11.6-12.6	8.8-9.5	5.8-6.3	31	26
200-219	10.5-11.5	8.0-8.7	5.3-5.7	31	25
190-199	10.0-10.4	7.6-7.9	5.0-5.2	30	25
180-189	9.5-9.9	7.2-7.5	4.8-4.9	30	24
170-179	9.0-9.4	6.8-7.1	4.5-4.7	30	24
160-169	8.4-8.9	6.4-6.7	4.2-4.4	29	24
150-159	7.9-8.3	6.0-6.3	4.0-4.1	29	24
140-149	7.4-7.8	5.6-5.9	3.7-3.9	29	23
130-139	6.9-7.3	5.2-5.5	3.5-3.6	28	23
120-129	6.3-6.8	4.8-5.1	3.2-3.4	28	23
110-119	5.8-6.2	4.4-4.7	2.9-3.1	27	22
100-109	5.3-5.7	4.0-4.3	2.7-2.8	27	22
90-99	4.8-5.2	3.6-3.9	2.4-2.6	26	21
80-89	4.2-4.7	3.2-3.5	2.1-2.3	26	21
70-79	3.7-4.1	2.8-3.1	1.9-2.0	25	21
60-69	3.2-3.6	2.4-2.7	1.6-1.8	24	20
50-59	2.7-3.1	2.0-2.3	...	24	19
40-49	2.1-2.6	1.6-1.9	...	23	19
30-39	1.6-2.0	...	...	22	18

SUMMARY OF CHANGES

Committee A01 has identified the location of selected changes to this specification since the last issue, A 53/A 53M – 06a, that may impact the use of this specification. (Approved September 1, 2007)

(1) Revised 9.1.1 to require the use of full-volumetric NDE on Type E pipe produced on a hot-stretch reducing mill.

Committee A01 has identified the location of selected changes to this specification since the last issue, A 53/A 53M – 06, that may impact the use of this specification. (Approved October 1, 2006)

(1) Revised 1.1 to address supplementary requirements.

(2) Added new 3.1.16 and renumbered subsequent paragraphs.

(3) Revised 7.3.1.

(4) Revised 7.3.2.

(5) Deleted Note 4 and renumbered subsequent notes.

(6) Added Supplementary Requirement S1.

Committee A01 has identified the location of selected changes to this specification since the last issue, A 53/A 53M – 05, that may impact the use of this specification. (Approved May 1, 2006)

- (1) Revised the minimum coupling length for NPS 6 in Table X3.1.
- (2) Editorially corrected the minimum coupling length for NPS $\frac{3}{4}$ in Table X3.1 and the DN designation for NPS 6 in the title for Table X3.1.

ASTM International 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 International 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, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, 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 (www.astm.org).



Designation: A 36/A 36M – 08

Standard Specification for Carbon Structural Steel¹

This standard is issued under the fixed designation A 36/A 36M; 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.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope*

1.1 This specification² covers carbon steel shapes, plates, and bars of structural quality for use in riveted, bolted, or welded construction of bridges and buildings, and for general structural purposes.

1.2 Supplementary requirements are provided for use where additional testing or additional restrictions are required by the purchaser. Such requirements apply only when specified in the purchase order.

1.3 When the steel is to be welded, a welding procedure suitable for the grade of steel and intended use or service is to be utilized. See Appendix X3 of Specification A 6/A 6M for information on weldability.

1.4 The values stated in either inch-pound units or SI units are to be regarded separately as standard. Within the text, the SI units are shown in brackets. The values stated in each system are not exact equivalents; therefore, each system is to be used independently of the other, without combining values in any way.

1.5 The text of this specification contains notes or footnotes, or both, that provide explanatory material. Such notes and footnotes, excluding those in tables and figures, do not contain any mandatory requirements.

1.6 For structural products produced from coil and furnished without heat treatment or with stress relieving only, the additional requirements, including additional testing requirements and the reporting of additional test results, of A 6/A 6M apply.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:³

¹ This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A01 on Steel, Stainless Steel and Related Alloys and is the direct responsibility of Subcommittee A01.02 on Structural Steel for Bridges, Buildings, Rolling Stock and Ships.

Current edition approved May 15, 2008. Published June 2008. Originally approved in 1960. Last previous edition approved in 2005 as A 36/A 36M – 05.

² For ASME Boiler and Pressure Vessel Code Applications, see related Specifications SA-36 in Section II of that Code.

³ For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

- A 6/A 6M Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling
- A 27/A 27M Specification for Steel Castings, Carbon, for General Application
- A 307 Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60 000 PSI Tensile Strength
- A 325 Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength
- A 325M Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated 830 MPa Minimum Tensile Strength [Metric]
- A 500 Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes
- A 501 Specification for Hot-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing
- A 502 Specification for Rivets, Steel, Structural
- A 563 Specification for Carbons and Alloy Steel Nuts
- A 563M Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts (Metric)
- A 668/A 668M Specification for Steel Forgings, Carbon and Alloy, for General Industrial Use
- A 1011/A 1011M Specification for Steel, Sheet and Strip, Hot-Rolled, Carbon, Structural, High-Strength Low-Alloy, High-Strength Low-Alloy with Improved Formability, and Ultra-High Strength
- A 1018/A 1018M Specification for Steel, Sheet and Strip, Heavy-Thickness Coils, Hot-Rolled, Carbon, Commercial, Drawing, Structural, High-Strength Low-Alloy, High-Strength Low-Alloy with Improved Formability, and Ultra-High Strength
- F 568M Specification for Carbon and Alloy Steel Externally Threaded Metric Fasteners (Metric)
- F 1554 Specification for Anchor Bolts, Steel, 36, 55, and 105-ksi Yield Strength

3. Appurtenant Materials

3.1 When components of a steel structure are identified with this ASTM designation but the product form is not listed in the scope of this specification, the material shall conform to one of the standards listed in Table 1 unless otherwise specified by the purchaser.

***A Summary of Changes section appears at the end of this standard.**

Copyright © ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.

TABLE 1 Appurtenant Material Specifications

NOTE 1—The specifier should be satisfied of the suitability of these materials for the intended application. Chemical composition or mechanical properties, or both, may be different than specified in A 36/A 36M.

Material	ASTM Designation
Steel rivets	A 502, Grade 1
Bolts	A 307, Grade A or F 568M, Class 4.6
High-strength bolts	A 325 or A 325M
Steel nuts	A 563 or A 563M
Cast steel	A 27/A 27M, Grade 65–35 [450–240]
Forgings (carbon steel)	A 668/A 668M, Class D
Hot-rolled sheets and strip	A 1011/A 1011M, SS Grade 36 [250] Type 1 or Type 2 or A 1018/A 1018M, SS Grade 36 [250]
Cold-formed tubing	A 500, Grade B
Hot-formed tubing	A 501
Anchor bolts	F 1554, Grade 36

4. General Requirements for Delivery

4.1 Structural products furnished under this specification shall conform to the requirements of the current edition of Specification A 6/A 6M, for the specific structural product ordered, unless a conflict exists in which case this specification shall prevail.

4.2 Coils are excluded from qualification to this specification until they are processed into a finished structural product. Structural products produced from coil means structural products that have been cut to individual lengths from a coil. The processor directly controls, or is responsible for, the operations involved in the processing of a coil into a finished structural product. Such operations include decoiling, leveling or straightening, hot-forming or cold-forming (if applicable), cutting to length, testing, inspection, conditioning, heat treatment (if applicable), packaging, marking, loading for shipment, and certification.

NOTE 1—For structural products produced from coil and furnished without heat treatment or with stress relieving only, two test results are to be reported for each qualifying coil. Additional requirements regarding structural products produced from coil are described in Specification A 6/A 6M.

5. Bearing Plates

5.1 Unless otherwise specified, plates used as bearing plates for bridges shall be subjected to mechanical tests and shall conform to the tensile requirements of Section 8.

5.2 Unless otherwise specified, mechanical tests shall not be required for plates over 1½ in. [40 mm] in thickness used as bearing plates in structures other than bridges, subject to the requirement that they shall contain 0.20 to 0.33 % carbon by heat analysis, that the chemical composition shall conform to the requirements of Table 2 in phosphorus and sulfur content, and that a sufficient discard shall be made to secure sound plates.

6. Materials and Manufacture

6.1 The steel for plates and bars over ½ in. [12.5 mm] in thickness and shapes with flange or leg thicknesses over 1 in. [25 mm] shall be semi-killed or killed.

7. Chemical Composition

7.1 The heat analysis shall conform to the requirements prescribed in Table 2, except as specified in 5.2.

7.2 The steel shall conform on product analysis to the requirements prescribed in Table 2, subject to the product analysis tolerances in Specification A 6/A 6M.

8. Tension Test

8.1 The material as represented by the test specimen, except as specified in 5.2 and 8.2, shall conform to the requirements as to the tensile properties prescribed in Table 3.

8.2 Shapes less than 1 in.² [645 mm²] in cross section and bars, other than flats, less than ½ in. [12.5 mm] in thickness or diameter need not be subjected to tension tests by the manufacturer, provided that the chemical composition used is appropriate for obtaining the tensile properties in Table 3.

9. Keywords

9.1 bars; bolted construction; bridges; buildings; carbon; plates; riveted construction; shapes; steel; structural steel; welded construction

TABLE 2 Chemical Requirements

NOTE 1—Where “. . .” appears in this table, there is no requirement. The heat analysis for manganese shall be determined and reported as described in the heat analysis section of Specification A 6/A 6M.

Product	Shapes ^A	Plates ^B					Bars ^B			
		To ¾ [20], incl	Over ¾ to 1½ [20 to 40], incl	Over 1½ to 2½ [40 to 65], incl	Over 2½ to 4 [65 to 100], incl	Over 4 [100]	To ¾ [20], incl	Over ¾ to 1½ [20 to 40], incl	Over 1½ to 4 [100], incl	Over 4 [100]
Thickness, in. [mm]	All									
Carbon, max, %	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29	0.26	0.27	0.28	0.29
Manganese, %	...	...	0.80–1.20	0.80–1.20	0.85–1.20	0.85–1.20	...	0.60–0.90	0.60–0.90	0.60–0.90
Phosphorus, max, %	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur, max, %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicon, %	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.15–0.40	0.15–0.40	0.15–0.40	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.40 max
Copper, min, % when cop- per steel is specified	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

^A Manganese content of 0.85–1.35 % and silicon content of 0.15–0.40 % is required for shapes with flange thickness over 3 in. [75 mm].

^B For each reduction of 0.01 percentage point below the specified carbon maximum, an increase of 0.06 percentage point manganese above the specified maximum will be permitted, up to the maximum of 1.35 %.

TABLE 3 Tensile Requirements^A

Plates, Shapes, ^B and Bars:	
Tensile strength, ksi [MPa]	58–80 [400–550]
Yield point, min, ksi [MPa]	36 [250] ^C
Plates and Bars: ^{D,E}	
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	23
Shapes:	
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	21 ^B

^A See the Orientation subsection in the Tension Tests section of Specification A 36/A 36M.

^B For wide flange shapes with flange thickness over 3 in. [75 mm], the 80 ksi [550 MPa] maximum tensile strength does not apply and a minimum elongation in 2 in. [50 mm] of 19 % applies.

^C Yield point 32 ksi [220 MPa] for plates over 8 in. [200 mm] in thickness.

^D Elongation not required to be determined for floor plate.

^E For plates wider than 24 in. [600 mm], the elongation requirement is reduced two percentage points. See the Elongation Requirement Adjustments subsection under the Tension Tests section of Specification A 36/A 36M.

SUPPLEMENTARY REQUIREMENTS

These requirements shall not apply unless specified in the order.

Standardized supplementary requirements for use at the option of the purchaser are listed in Specification A 36/A 36M. Those that are considered suitable for use with this specification are listed by title:

S5. Charpy V-Notch Impact Test.

S30. Charpy V-Notch Impact Test for Structural Shapes: Alternate Core Location

S32. Single Heat Bundles

S32.1 Bundles containing shapes or bars shall be from a single heat of steel.

In addition, the following optional supplementary requirement is also suitable for use with this specification:

S97. Limitation on Rimmed or Capped Steel

S97.1 The steel shall be other than rimmed or capped.

SUMMARY OF CHANGES

Committee A01 has identified the location of selected changes to this standard since the last issue (A 36/A 36M – 05) that may impact the use of this standard. (Approved May 15, 2008.)

(I) Added information to Table 1 on forgings (carbon steel) and anchor bolts.

ASTM International 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 International 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, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, 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 (www.astm.org).