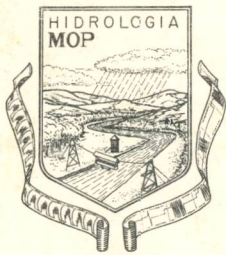


REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS



SERVO MANOMETRO
MODELO 63
Medidor de Burbuja

INSTRUCTIVO
Instalación, Operación y Mantenimiento

Traducción del Boletín MS-R-466 de
Leopold & Stevens Instruments, INC.

DIVISION DE HIDROLOGIA

Diciembre 1968

REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS
DIVISION DE HIDROLOGIA

SERVO-MANOMETRO

Modelo 63

(Medidor de Burbuja)

INSTRUCTIVO PARA INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO

Traducción del Boletín MS-R-466 de
Leupold & Stevens Instruments, INC.

I N D I C E

	Pág.
SECCION 1 - DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO	
Descripción general	1
Fotografía del conjunto (Fig. 1)	4
SECCION 2 - DESCRIPCION DETALLADA	
Sistema de Purga de Gas	5
Conjunto del Servo-Manómetro	6
Instalación Típica (Fig. 2)	7
Instalación con doble tubería (Fig. 3)	8
Diagrama usando doble tubería (Fig. 4)	8
Diagrama de prueba de fricción (Fig. 5)	9
Diagrama del circuito eléctrico (Fig. 6)	12
SECCION 3 - INSTALACION	
Caseta, tubo y orificio	13
Sistema de Purga de Gas	13
Ensamblaje del Servo-Manómetro	15
SECCION 4 - OPERACION INICIAL	
Sistema de Purga de Gas	18
Ensamblaje del Servo-Manómetro	19
Diagrama para determinar la tasa de burbujas requeridas	21
SECCION 5 - OPERACION Y MANTENIMIENTO	
Registro de Operación	22
Sistema de Purga de Gas	22
Muestra de hoja de registro (Figura 11)	24
Relación de consumo de gas a presión y temperatura (Fig. 12)	25
Relación de consumo de gas a rata de burbuja y tiempo de operación (Fig. 13)	26
Conjunto del Servo-Manómetro	30
Unidad del Servo-Control	33

SECCION 1

DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO

1.0 Descripción General

El servo manómetro consiste de tres elementos principales:

1. El Sistema de Purga de Gas: Que provee un medio de transmitir la altura de presión de agua en el río al sitio donde se encuentra el manómetro.
2. El Conjunto del Servo-Manómetro: El cual convierte la presión en el elemento sensitivo del sistema de purga de gas a un movimiento rotacional que gobierna un contador digital y un registrador de niveles (fluviógrafo).
3. La Unidad de Servo-Control: La cual amplifica la pequeña corriente eléctrica en el circuito del interruptor flotante suficientemente para operar el servo motor y al mismo tiempo provee un tiempo de retardo entre la conexión del interruptor flotante y la puesta en marcha del motor.

Estos elementos o sus principales componentes están identificados en la figura N° 1, y sus funciones son descritas en detalles en las siguientes secciones:

1.1 Sistema de Purga de Gas:

Si un gas es alimentado a través de un tubo y dejado salir libremente en forma de burbujas a una elevación fija dentro de un fluido, la presión en el tubo a cualquier elevación es igual a la altura de presión en el orificio de salida de las burbujas excepto por pequeñas diferencias debidas a variación en el peso del gas y la fricción del gas fluyendo en el tubo. Este principio puede ser usado para transferir la presión de agua en un río a un equipo registrador, colocado en un lugar conveniente.

Todos los gases tienen algún peso y sus variaciones con cambios de temperatura y presión deben ser compensados si se quieren seguir las variaciones de nivel con precisión. La densidad del agua del río, también cambiará con la temperatura y con contenidos químicos y de sedimentos, y ese cambio producirá errores en cualquier equipo registrador por sistema de medición de presión.

Se usa el nitrógeno en este sistema debido a su bajo costo y fácil de conseguir, es seco, y completamente seguro e inerte, además tiene casi el mismo peso del aire.

Bajo condiciones normales, el agua es aproximadamente 900 veces más pesada que el nitrógeno de tal manera que los errores debidos a cambios en el peso del gas serán pequeños. Debido a que el servo-manómetro puede ser ajustado para compensar todos los errores que varían linealmente con la altura de agua, el único error que puede presentarse es el debido a variación en el peso del gas con temperatura, pero como a la presión atmosférica el nitrógeno y el aire pesan casi lo mismo y el peso de la atmósfera también cambia con temperatura, el único error posible es el efecto de la diferencia entre la temperatura del gas en las burbujas y la temperatura del aire.

1.2 Conjunto del Servo-Manómetro:

Se usa mercurio en el manómetro a fin de hacerlo lo más corto posible ya que es el líquido más pesado que se conoce, siendo su peso específico 13,6 la altura vertical efectiva del manómetro será 1/13,6 veces la altura de agua a medirse.

El manómetro está inclinado a un ángulo específico (18°) de tal forma que ese ángulo puede ser ajustado para compensar los errores que varían directamente con altura de agua.

El coseno de 18° es 0,951 por lo que se permite un ajuste del 5% en cualquier dirección sin que el manómetro sea demasiado sensitivo a la inclinación.

Un manómetro convencional vertical requeriría una complicada compensación para dar la necesaria precisión debido a que el mercurio tiene un coeficiente termal de expansión mucho más alto que cualquier material que podría usarse como recipiente. En el Servo-Manómetro la superficie libre combinada del mercurio en los envases es demasiado grande en comparación con el volumen total de mercurio, de modo que la expansión diferencial del mercurio y plástico con temperatura y presión tiene un efecto despreciable en los niveles del mercurio.

1.3 Unidad de Servo Control:

El interruptor flotante debe reaccionar a cambios en el nivel de mercurio de muy pocos milímetros, de allí que la presión en los contactos del interruptor será muy pequeña y no podrá conducir una corriente eléctrica capaz de operar el motor en el manómetro. Esta unidad de Servo Control amplifica esa corriente eléctrica a fin de operar el motor antes mencionado.

En esta misma unidad se provee un circuito retardador para eliminar las reacciones del manómetro a cambios bruscos de presión que podrían ser causados por olas superficiales o perturbaciones momentáneas en el río.

FIGURA 1

<u>N°</u>	<u>Descripción</u>
1	Servo Control
2	Baterías
3	Regulador diferencial
4	Visor de alimentación
5	Válvula de aguja para ajuste de la rata de alimentación
6	Tapón de bronce de 1/8"
7	Válvula de salida hacia el tubo de burbujas
8	Válvula de salida al manómetro
9	Tapa del interruptor flotante
10	Conjunto de interruptor flotante
11	Envase del interruptor flotante
12	Conexiones terminales del interruptor flotante
13	Tubo de comunicación del mercurio
14	Tubo de presión
15	Envase de presión
16	Tubo de salida de burbujas
17	Motor
18	Contador
19	Barra roscada
20	Rieles de transporte
21	Indicador de ángulos del manómetro
22	Conexiones del motor
23	Conector de 5 terminales (AN)
24	Interruptores limitadores
25	Engranaje de salida del manómetro
26	Regulador de presión

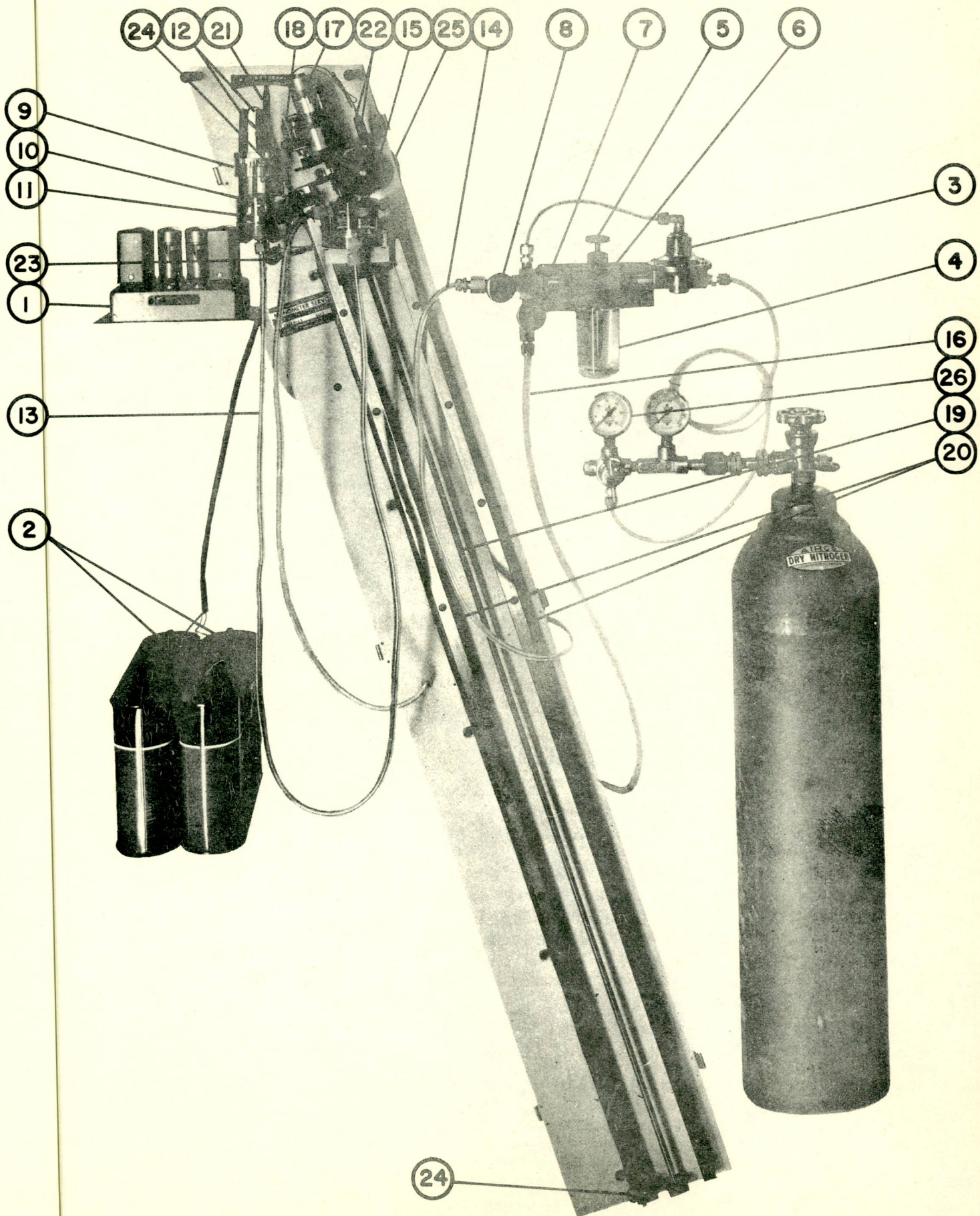


Figure 1

SECCION 2

DESCRIPCION DETALLADA

(Vea Figura 1 para números de las partes)

2.1 Sistema de Purga de Gas

2.1.1 Cilindro de Gas:

Por lo explicado en la Sección 1, se usan cilindros de nitrógeno, el cual puede conseguirse en bombonas de 114 pies cúbicos que durará aproximadamente un año en ríos que no tengan muchas variaciones.

2.1.2 El regulador del cilindro o bombona suministrado en el equipo, es de paso sencillo con un medidor de presión en el cilindro y otro de presión de alimentación con máximas de 6.000 y 60 libras por pulgada cuadrada respectivamente. El regulador se entrega con rosca hembra que debe ajustarse al macho de rosca izquierda (14 por pulgada) y 0,904" de diámetro supuesta a venir con la bombona o cilindro de gas (esto debe constatare antes de la instalación) cualquier adaptación en el regulador debe hacerse con un máximo de precaución para evitar fugas de gas, recordando que la presión allí será de alrededor de 2.000 libras por pulgada cuadrada.

2.1.3 Regulador diferencial y visor de alimentación:

El regulador diferencial con visor de alimentación es un conjunto "Conoflow DH-41-1088", cuyo diafragma actúa de forma de admitir sólo la cantidad de gas justo para mantener una presión de 1 1/2 libras por pulgada cuadrada pasando por la válvulo de aguja (5).

El equipo es suplido con la cantidad necesaria de aceite de silicon "Dow-Corning 200 fluid" con viscosidad de 0,50 stokes a 25° C para uso en el visor de alimentación (4).

2.1.4 Tubo de salida de burbujas:

Este tubo (16) es de polietileno negro de 1/8" de diámetro interior y 3/8" de diámetro exterior. Este material no es afectado por los rayos ultravioleta ni por las sustancias químicas que ordinariamente se encuentran en los suelos, por lo que puede ser enterrado directamente en la tierra.

2.1.4.1 Uso de doble tubería:

La fricción creada por el flujo de gas a través de la tubería, debe ser contrarrestada por un aumento en la presión del gas, lo cual es pa

ra el manómetro como un aumento en la altura del agua. Si el número de burbujas de gas de alimentación puede permanecer constante y la temperatura no varía, la fricción permanecería constante y no afectaría la precisión, sin embargo cuando la tubería es muy larga y existe una alimentación de gas alta, las variaciones en la fricción pueden ser apreciables.

Esas imprecisiones producidas por la fricción pueden ser eliminadas por el uso de dos tuberías: una para alimentación y la otra como tubería de presión estática para transmitir la presión cerca del orificio de salida directamente hasta el manómetro (Figura 3).

Un criterio conservador debe usarse para determinar cuando usar doble tubería, de modo que se asume que las variaciones en la fricción del gas no deben ser mayores que las causadas por un incremento del 100% en la alimentación del gas.

La Figura 5 basada en pruebas de laboratorio, muestra la relación entre longitud de tubería y variación de un 100% en la alimentación del gas para un error de 3 mm. Por ejemplo si la razón de alimentación adecuada para un río es de 20 burbujas por minuto, el 100% de variación serían 40 burbujas por minuto, entrando en la Figura 5 podemos leer 115 metros aproximadamente, de allí se deducen 6 metros debido al gas en el manómetro y sus tuberías por lo que con una tubería mayor de 109 metros sería necesario una doble tubería si se quiere un error menor de 3 mm. para este río en particular. Véase Figura 4 para detalles de la instalación.

2.1.5 Orificio de salida:

El orificio de salida del tubo debe fijarse a la tapa de bronce para tubo de 2" suministrada a fin de ser instalada en el sitio, anclada en un lugar seguro por una pequeña pila de concreto o alguna otra forma similar que impida su fácil destrucción o movimiento.

2.2 Conjunto del Servo Manómetro

2.2.1 Modo de operación:

La presión en el orificio de salida es transmitida al manómetro por el sistema de purga de gas. Esa presión es transmitida por los tubos 16 y 14 a la superficie del mercurio en el envase de presión (15) y desplazará una altura equivalente en mercurio, moviéndose éste por el tubo de transferencia del mercurio (13) cambiando el nivel en el envase del interruptor flotante (11), y girando la armadura del interruptor sobre sus pivotes hasta que el contacto central toca uno de los dos contactos laterales para activar el circuito eléctrico, este circuito es amplificado para hacer entrar en funcionamiento el motor que hace rotar la barra con rosca (19) y a su vez mueve el envase a presión (15) hacia arriba o

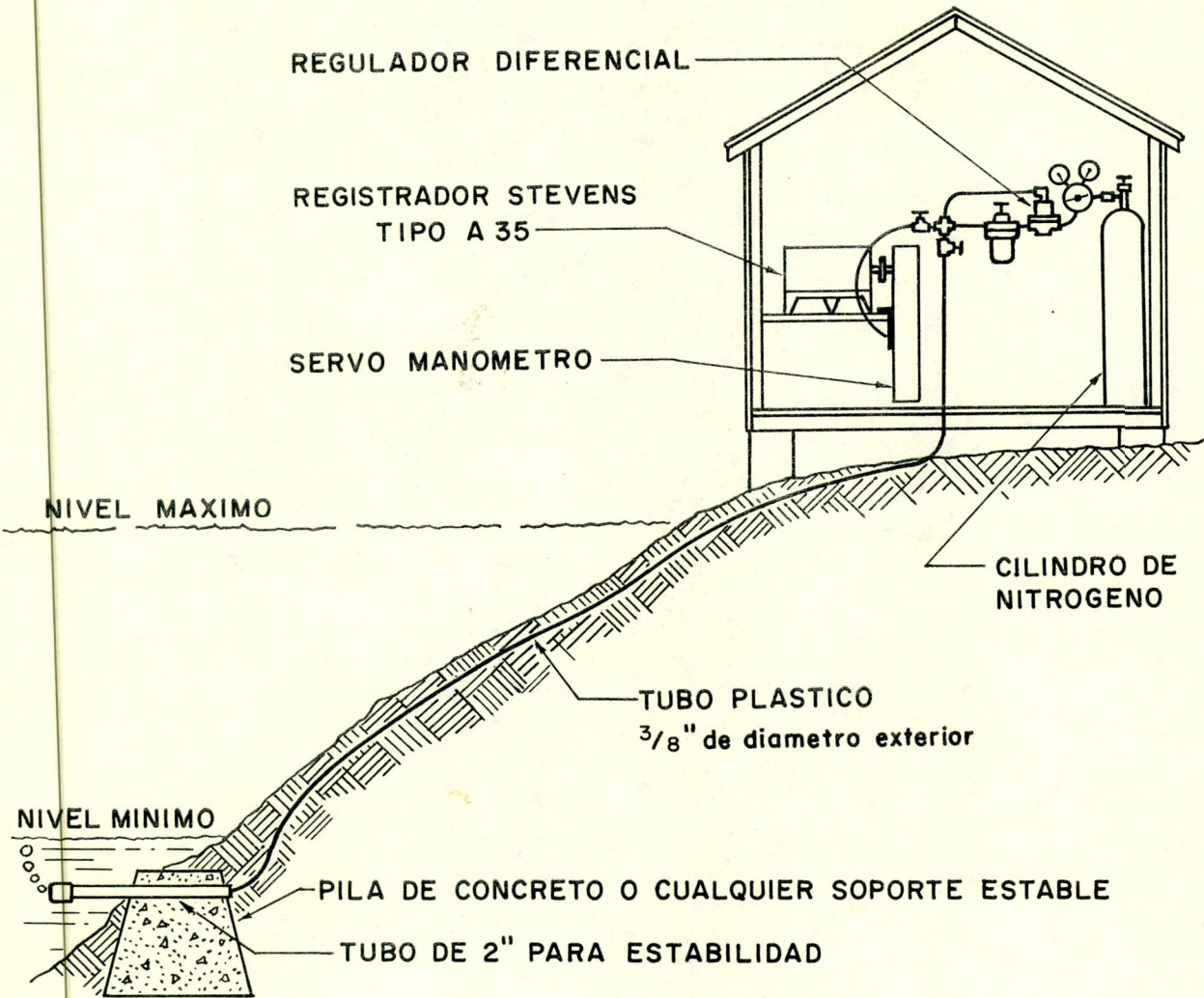


FIGURA 2 - INSTALACION TIPICA

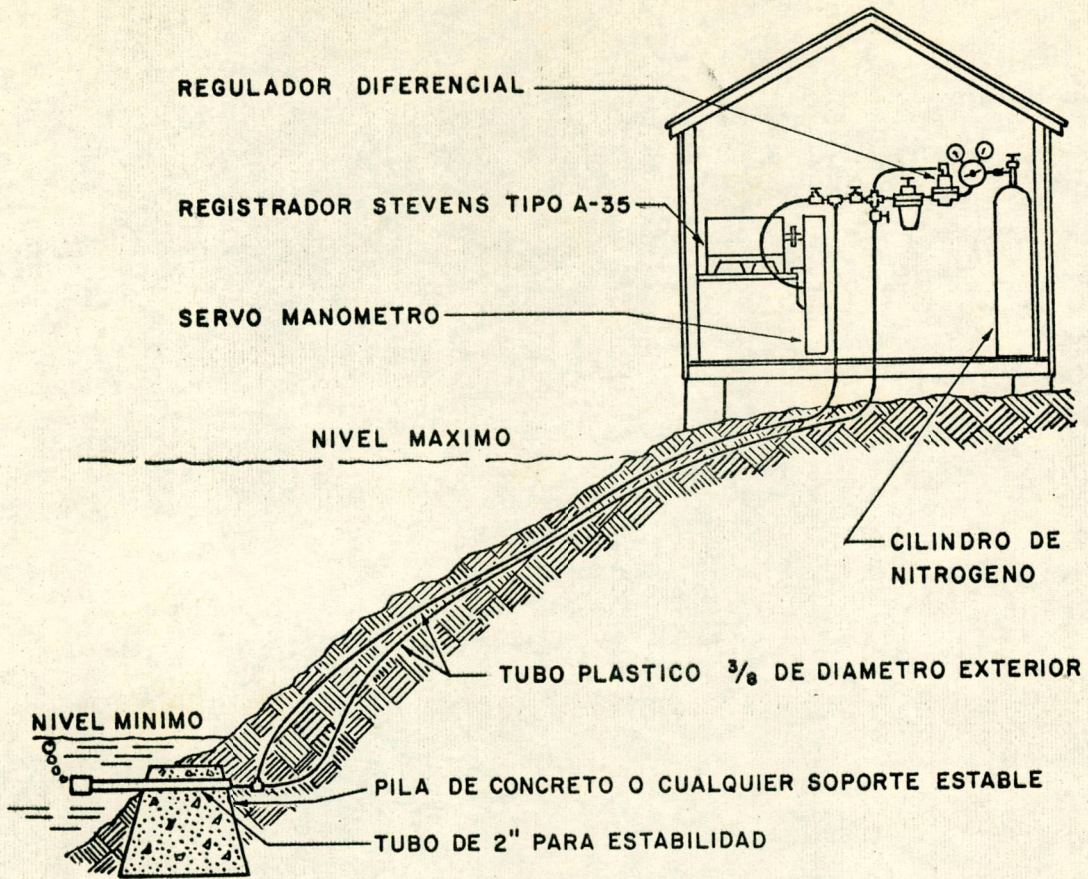


FIG. 3 - INSTALACION USANDO DOBLE TUBERIA

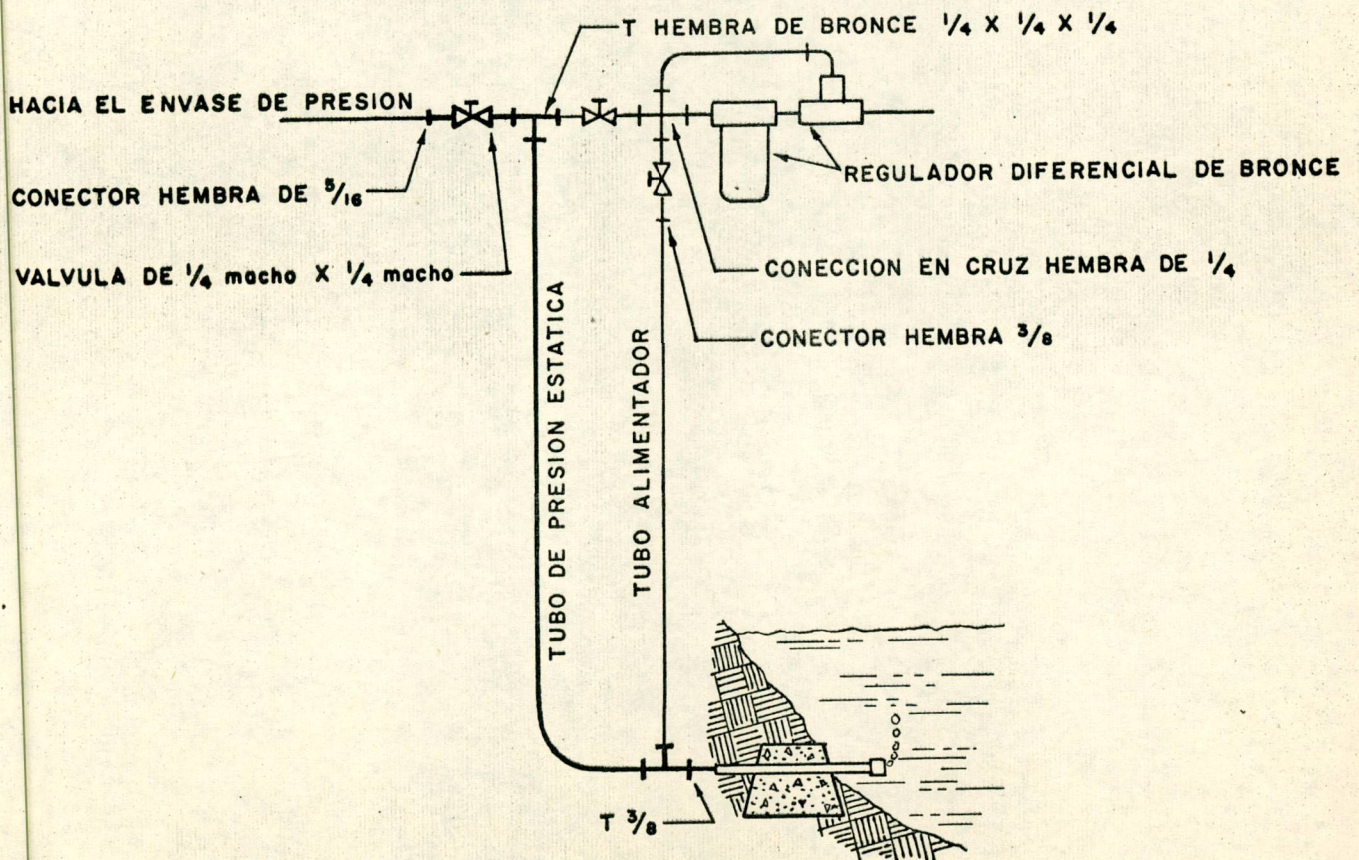
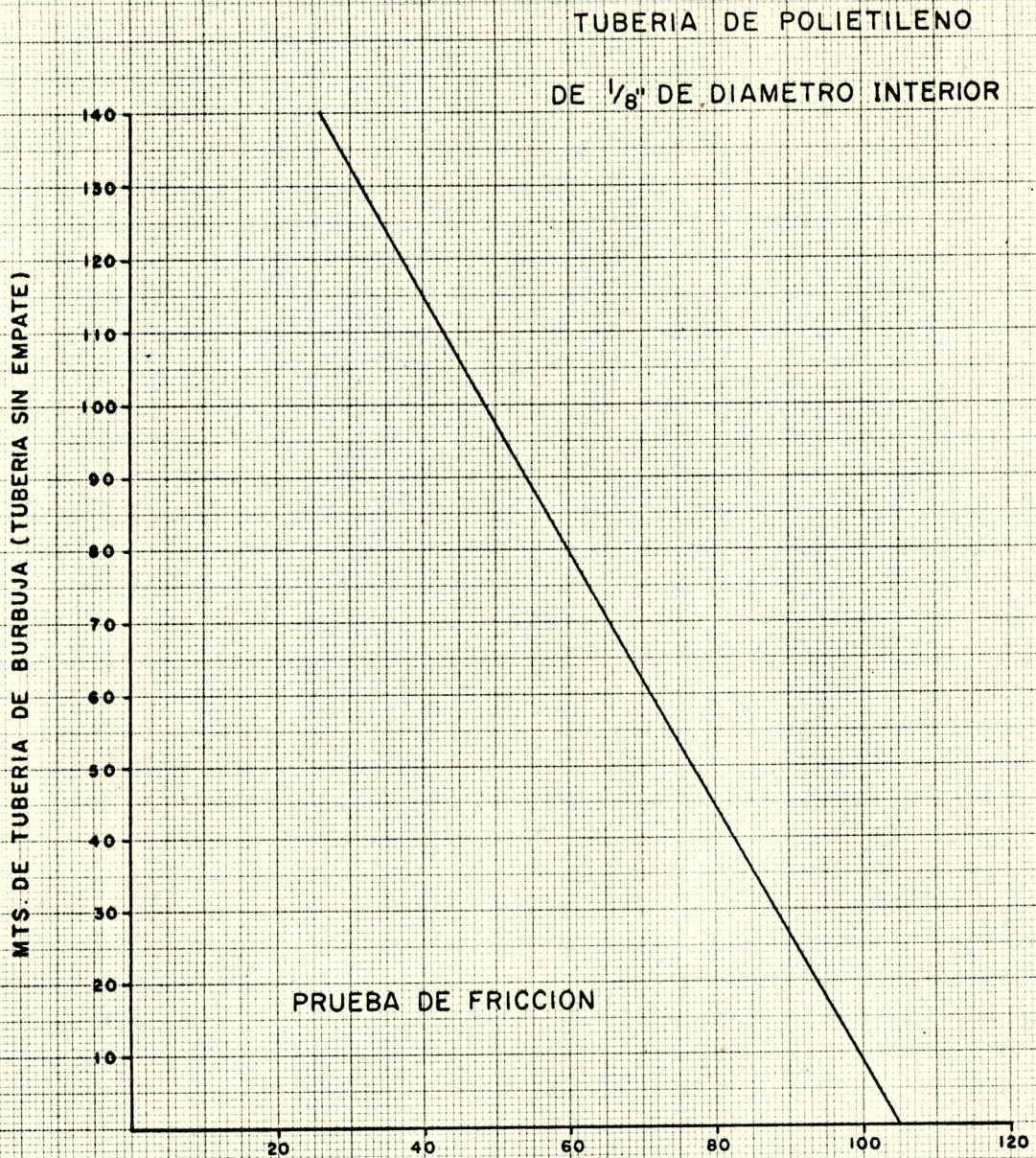


FIG. 4 - DIAGRAMA USANDO DOBLE TUBERIA



VARIACION DE LA TASA DE BURBUJAS (BURBUJAS/MIN.) PARA 0,003 MTS. DE ERROR

abajo sobre sus rieles (20) hasta que la diferencia en los niveles de mercurio corresponde al nuevo nivel del agua.

2.2.2 Interruptor flotante:

Los contactos del interruptor flotante son de platino-iridio, la continuidad eléctrica es mantenida a través del mercurio desde el flotante al ajuste de acero inoxidable de la tubería. Este ajuste entra en el fondo del envase (11) de forma tal que siempre quede una pequeña cantidad de mercurio en el envase para mantener el contacto por medio del tornillo en el flotante cuando una pérdida de presión drene el resto del mercurio fuera del envase.

2.2.3 Motor:

El motor es marca Barcol, tipo FYLM reversible de 0,2 amperios y desarrollando alrededor de 5 libras-pulgada de torque. El motor gira el eje con rosca (19) por medio de los engranajes correspondientes.

2.2.4 Eje con rosca y engranajes:

Cuando el eje con rosca gira para poner en posición el envase a presión (15) también hace girar el eje de salida de la unidad del manómetro, ese eje tiene un engranaje que se acopla al engranaje colocado en el registrador en lugar de la polea del flotante usado corrientemente. Ese mismo movimiento es transmitido también al contador (18) que hace las veces de mira interior y mide hasta milímetros de altura de mira.

2.2.5 Interruptores límites:

Ellos son montados en los rieles (20) y son activados por el envase a presión para parar el motor en los casos de sobre o baja presión excediendo los límites fijados, volviendo a conectar el motor cuando la presión alcanza de nuevo un valor razonable.

2.2.6 Angulo de ajuste del manómetro:

Para compensar el manómetro por cualquier fuente de error que sea directamente proporcional a la altura de agua, se ha provisto un medio de ajustar la inclinación original del manómetro. El envase del interruptor flotante (11) está montado en una pieza de aluminio con un indicador (21) para facilitar el ajuste. Después de colocar el indicador para una corrección, todo el manómetro debe ser movido para conseguir la inclinación adecuada, volviendo a centrar la burbuja en el nivel colocado detrás del envase del interruptor flotante.

2.3 Unidad de Servo-Control Modelo 63

2.3.1 Descripción:

Esta unidad (1) requiere más o menos 6 voltios de corriente continua. El servo amplificador tiene un tiempo de retardo ajustable entre 16 y 45 segundos y un interruptor que puede eliminar completamente ese tiempo de retardo.

La señal derivada del interruptor flotante, inicia el tiempo de retardo y al final del mismo un "circuito" se cierra y el motor es encendido a fin de reponer la presión en el envase a presión y de regresar el interruptor flotante a su posición neutra, desconectando el motor en seguida.

La sensibilidad del sistema es ajustable por la separación de los contactos en el interruptor flotante.

Para detectar errores en la instalación, tales como cambios en la polaridad, etc., se han incorporado varias medidas de seguridad en la unidad de Servo-Control.

La Figura 6 muestra el esquema de conexión entre el Servo-Control y el manómetro.

2.3.2 Interruptores:

La unidad de Servo-Control tiene tres interruptores: uno marcado "delay" el cual sirve en la posición "OFF" para desconectar el sistema de retardo que viene normalmente ajustado en 30 segundos.

Los otros dos interruptores de botones son para propósitos de pruebas, permiten controlar el motor manualmente y sirven para controlar la polaridad de las conexiones.

2.4 Instrumentos Complementarios

2.4.1 Tipo de registrador:

El manómetro opera usualmente un registrador Stevens por medio del engranaje correspondiente (25).

2.4.2 Escala de alturas:

La razón de escalas con el registrador es controlada por los engranajes en el registrador y el de salida del manómetro.

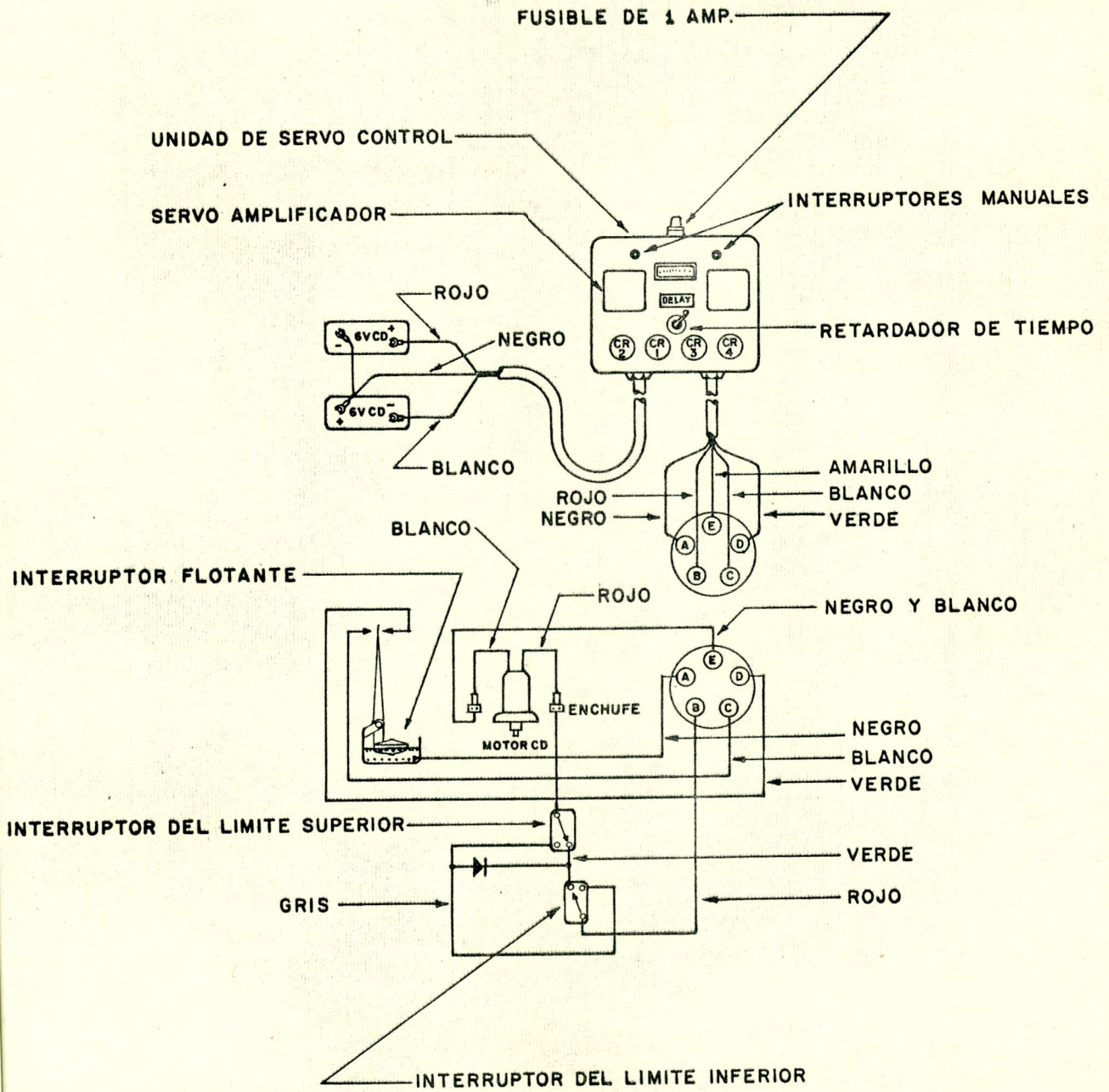


FIGURA 6 - DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELECTRICO

SECCION 3 INSTALACION

3.0 Caseta

Se recomienda usar un sitio amplio para este equipo de registrador, porque este equipo es más complicado que un simple registrador. La casera debe tener al menos 1,30 metros por 1,30 metros de dimensiones internas, con una ventilación suficiente para mantener el equipo tan seco como sea posible.

Vea las Figuras 2 y 3 de la instalación típica del equipo en la ca seta.

El modelo para 15 metros requiere que la mesa de soporte esté a 1,20 metros sobre el suelo.

3.0.1 Tubo de salida de burbujas:

El tubo de salida de burbujas (16) puede ser traído dentro de la caseta por debajo del terreno con una suave curvatura. El tubo puede ser enterrado directamente en el terreno, pero se debe colocar arena u otro material para evitar el contacto de la tubería con rocas filosas durante el relleno. El tubo plástico debe ser colocado dentro de una tubería metálica cuando se requiera protección contra personas o crecientes que pudieran dañarlo.

3.0.2 Orificio de salida de burbujas:

El orificio suministrado del burbujeador está instalado en una tapa de bronce para una tubería de 2 pulgadas. La tubería de 2 pulgadas puede estar soportada por una pila de concreto, o montada en otra forma, para mantener el orificio de salida por debajo del nivel mínimo de agua que va a ser registrado. La tubería de burbujas se puede pasar a través del orificio de la tubería de soporte y es insertado en la tapa de bronce de tal forma que una pequeña parte de la tubería sobresalga de la tapa. Apriete el soportador de la tubería para cerrarla, y con la tuerca grande un poco floja, apriete la tapa a la tubería de protección sin torcer la tubería interna. La empaquetadura interna de la tapa hecha de neoprene, sujetará las partes del mecanismo cuando la tuerca externa es finalmente apretada. La tubería debe ser cortada y emparejada con la tapa de bronce para que el final de la tubería actúe como el orificio de salida.

3.1 Sistema de Purga de Gas

3.1.1 Tubería de conexión:

La tubería de conexión se ha suministrado con el equipo. Esta conexión es de óptima calidad y si se conecta correctamente dará buenos resultados contra las pérdidas. Las conexiones son instaladas de la manera siguiente:

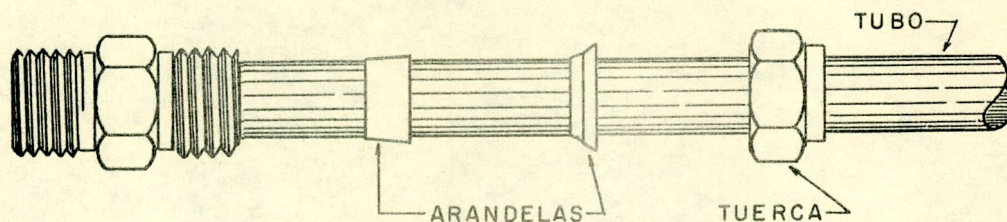


FIGURA 9 - INSTALACION DE LAS CONEXIONES

coloque la tuerca y las dos arandelas en la tubería así: Introduzca el extremo de la tubería con las arandelas y la tuerca como se muestra en la figura, tan adentro como se pueda. Apriete la tuerca con los dedos tanto como sea posible, ésto será suficiente para las arandelas no metálicas. Si es necesario, apriete un poco más con la llave apropiada, pero no apriete más de 1 1/4 de vuelta con la llave, aún con arandelas metálicas. Use Rectorseal N° 2 u otro buen sellador de las roscas (pero nunca en las arandelas y tuercas.

3.1.2 Conexión del cilindro regulador:

Antes de conectar el regulador al cilindro, abra la válvula del cilindro un poco para expulsar cualquier materia extraña que pueda estar depositada en la válvula del cilindro, luego ciérrela. Conecte el regulador al cilindro, apriete la tuerca con la llave adecuada (no use llave de tubo). Ahora afloje la válvula del regulador de presión, afloje hasta que el tornillo no ejerza presión sobre la parte interna del regulador. Esta válvula cerrada prevendrá cualquier daño a la válvula del regulador cuando la alta presión del cilindro es aplicada repentinamente al diafragma regulador.

3.1.3 Regulador diferencial y visor de alimentación:

Coloque el regulador diferencial (3) y el visor de alimentación (4) en posición horizontal en la pared cerca del cilindro de gas. El proceso es el siguiente:

- a) Usando un largo adecuado de la tubería de 1/4 de pulgada de polietileno, haga la conexión entre el cilindro regulador y la entrada del regulador diferencial (3).

- b) Remueva el tapón (6) de 1/8 de pulgada del visor de alimentación (4) y llénelo con el aceite de Silocón hasta la parte inferior del aro de metal que mantiene el tapón en su puesto. Ponga un poco de Rectorseal N° 2 en la rosca del tapón y apriétele en el visor de alimentación.
- c) Conecte el tubo de salida de burbujas (16), que viene desde el orificio de salida en el río, a la válvula (7) que interrumpe la burbuja, después de cortar la tubería con una longitud suficiente. No deje ondas para tener mayor longitud de tubería, esto aumenta el consumo de gas y puede traer problemas si el aceite u otros líquidos se depositan en la parte baja de la onda.
- d) Conecte el tubo de Tygon (14) del manómetro a la válvula (8) después de cortar la tubería con la longitud correcta (vea 3.2.2 y 3.2.4), chequee si el pequeño tubito metálico está dentro de la tubería plástica en cada uno de los extremos antes de conectarlos, su inserción es necesaria para asegurar que esta tubería suave y flexible no falle en las uniones bajo la acción de las presiones.

3.2 Ensamblaje del Servo-Manómetro

Desempaque el manómetro y los otros componentes. El manómetro viene completo, excepto el ensamblaje del interruptor flotante.

3.2.1 Ensamblaje del interruptor flotante:

La armadura del interruptor flotante se encontrará separadamente, porque este interruptor es demasiado pesado para ser transportado montado sobre un sistema de joyería. Quite la tapa (9) empujándola hacia arriba para desconectar las conexiones del interruptor flotante (12). Quite el conjunto del interruptor flotante (10) después de quitar los tres tornillos que lo fijan al envase (11). Quite el pequeño tubo plástico de protección de la armadura y colóquela en el conjunto de interruptor flotante (10) con el contacto de la armadura entre los dos contactos de la parte superior. Coloque uno de los pequeños soportes de la armadura dentro de uno de los tornillos provisto de rubí y apriete el otro tornillo de forma que la armadura quede fija. Tenga cuidado en no apretar demasiado los tornillos para no romper la punta de los soportes de la armadura. El vástago vertical del flotante debe de quedar en el medio de los tornillos. Los tornillos serán finalmente ajustados de tal forma que un pequeño movimiento de la armadura pueda ser detectado, pero no en exceso. El conjunto de interruptor flotante (10) (con el flotante y la armadura) deberá ser colocado nuevamente en el depósito (11) y se ajustará si es necesario el tornillo de contacto de mercurio, de tal forma que no tropiece el fondo del recipiente, pero que tenga contacto en el pequeño pozo de mercurio que quedará retenido en el fondo del recipiente.

El tornillo está ajustado a $3/16$ " por la fábrica. El interruptor flotante será desmontado nuevamente para instalar el mercurio en el manómetro. Los dos contactos serán doblados ligeramente si es necesario para centrarlos y para ponerlos paralelos con una separación que permita un movimiento de la armadura de $1/32$ de pulgada aproximadamente en ambos sentidos, con un total de separación de $1/16$ ".

3.2.2 Conexión del tubo de presión:

Este tubo suave (14) deberá ser pasado por la conexión de la parte de atrás del manómetro. Empuje el tubo a través del orificio del manómetro para obtener una longitud suficiente como para unirlo al depósito (15).

3.2.3 Indicador de ajustador de ángulo del manómetro:

Si la punta del indicador (21) en el soporte del flotante no está en cero en el plato de corrección angular, afloje el tornillo y póngalo a señalar el cero, luego apriete el tornillo nuevamente.

3.2.4 Montaje del servo manómetro en la mesa de soporte:

Coloque la plataforma de hierro fundido de frente al estante, pero 12 cm. a la izquierda de la posición deseada de la polea del registrador y tan dentro en la mesa como le permita la caja del manómetro. Fije la plataforma del manómetro al estante con los cuatro tornillos. Inclíne el manómetro hasta que la burbuja del nivel quede centrada y apriete el tornillo de $3/8$ de pulgada a la tuerca grande, para fijarlo en esta posición. Conecte el tubo de presión (14), que pasa por la parte de atrás del manómetro, a la válvula (8) después de haber cortado el tubo con una longitud conveniente. Si el tubo es cortado, asegúrese que el pequeño tubo metálico está colocado en el final de la tubería antes de conectarlo.

3.2.5 Colocación del mercurio en el manómetro:

El mercurio triple destilado suplido con este equipo es un poco más de lo que en realidad se necesita. Es más conveniente colocar las $3/4$ partes en el manómetro, añadiendo más si es necesario cuando el equipo esté listo para trabajar. Para colocar el mercurio proceda de la siguiente forma:

- a) Quite el conjunto de interruptor flotante (10) del envase del interruptor flotante (11).
- b) Agarre el tubo de comunicación (13) aproximadamente 30 cm. por debajo del envase del interruptor flotante (11) y levante el tubo un poco más alto que el recipiente.

- c) Ponga el mercurio dentro del envase.
- d) El mercurio irá fluyendo a través de la tubería al envase de presión (15) sin atrapar aire en la tubería o uniones. Si alguna pequeña burbuja de aire permanece en el tubo de transferencia del mercurio (13) ellas pueden ser desalojadas apretando o golpeando la tubería con los dedos.
- e) Coloque el conjunto del interruptor flotante (10).

3.26 Inspección de las conexiones:

En este momento se deben revisar todos los tubos y las conexiones eléctricas en la unidad del servo manómetro para estar seguro de que no hay pérdidas en el trayecto.

3.3 Registrador

3.3.1 Engranaje:

Coloque el engranaje en lugar de la polea del flotante.

3.3.2 Colocación y nivelación:

Nivele el registrador en el estante. Mueva el registrador al sitio apropiado de forma que se pongan en contacto los engranajes de registrador (25) con el del manómetro. Estos engranajes no deben pegarse demasiado, deben quedar un poco flojos. Cuando se haya conseguido la posición adecuada, fije el registrador al estante.

SECCION 4

OPERACION INICIAL

4.1 Sistema de Purga de Gas

4.1.1 Operación de las válvulas:

La válvula del cilindro, la válvula de salida al manómetro (8) y la válvula de salida hacia el tubo de burbujas (7), todas ellas cierran girándolas en el sentido de las agujas del reloj. Ellas también deben permanecer en la posición abierta (rotándolas completamente en sentido contrario a las agujas del reloj) para prevenir filtraciones por el vástago. Estas válvulas deben por eso estar, ó completamente abiertas ó cerradas según se requiera.

La válvula de aguja para ajuste de la razón de alimentación (5) se cierra con rotación en el sentido de las agujas del reloj. Las filtraciones del vástago son prevenidas por un vástago especial y un compuesto sellador.

La válvula de ajuste del alimentador de presión es cerrada en el sentido contrario a las agujas del reloj hasta que el tornillo no ejerza presión en la parte interna de la válvula. Esta válvula debe cerrarse siempre antes de cerrar la válvula del cilindro y no se abra sino después de abrir la válvula del cilindro.

4.1.2 Determinación de la rata apropiada de burbujas:

La rata de burbujas requerida está gobernada por la longitud de la tubería de burbujas y de la máxima rata de subida de las aguas que será encontrada. La longitud efectiva de tubería puede ser tomada como la longitud de tubería que existe desde la válvula (7) al orificio de salida más una longitud adicional de ó metros para tomar en cuenta el volumen de gas del manómetro y las tuberías asociadas. La máxima rata de subida que va a ser usada debe ser cuidadosamente considerada, pues usando una rata muy alta o quizás una rata que rara vez ocurra, resultará en un consumo de gas innecesario.

Después de establecer la rata deseada de la subida del río, el número correspondiente de burbujas por minuto, por metro de tubería leído de la figura 10 es multiplicado por la longitud efectiva de la tubería de burbujas para dar la rata correcta de burbujas por minuto con tadas en el visor de alimentación (4).

4.1.3 Establecimiento del flujo de gas:

Para establecer el flujo de gas y purgar el sistema de aire y agua, primero coloque las válvulas como se indica abajo:

Llave de ajuste del alimentador de presión: CERRADA (sentido contrario a las agujas del reloj).

Válvula de aguja para ajuste de la razón de alimentación (5): CERRADA (sentido de las agujas del reloj).

Válvula de salida al manómetro (8): CERRADA (sentido de las agujas del reloj).

Válvula de salida hacia el tubo de burbuja (7): ABIERTA (sentido contrario de las agujas del reloj).

Entonces se procede de la forma siguiente:

- a) Abra la válvula del cilindro completamente (sentido contrario a las agujas del reloj).
- b) Gire el tornillo regulador de presión lentamente en el sentido de las agujas del reloj hasta que el manómetro indique 35 p.s.i.
- c) Gire la válvula de aguja para ajuste de la razón de alimentación (5) en el sentido contrario a las agujas del reloj hasta conseguir el número deseado de burbujas en el visor de alimentación (4).

Tan pronto como la rata de alimentación sea establecida, la presión en las partes activas del sistema empezará a trabajar gradualmente forzando el agua fuera de la tubería de burbujas, hasta que las burbujas emerjan del orificio a la corriente. La rata de burbujas en el orificio deberán ser aproximadamente la mitad de la rata contada en el visor de alimentación.

4.2 Ensamblaje del Servo-Manómetro:

4.2.1 Chequeo del manómetro a la presión atmosférica:

Los ajustes preliminares del servo manómetro son realizados mejor bajo la presión atmosférica, procediendo como sigue:

- a) Desconecte el tubo de presión (14) del envase de presión (15) permitiendo así que la presión atmosférica actúe sobre la superficie de mercurio en ambos recipientes.
- b) Conecte la unidad de servo control por medio del conector de 5 terminales en la parte de atrás del manómetro (23).

El manómetro reaccionará inmediatamente y moverá el envase de presión (15) hasta que las superficies de mercurio en ambos envases

estén a la misma altura. El mecanismo puede oscilar brevemente hasta que esta condición sea alcanzada.

4.2.1.1 Volumen ajustado de mercurio en el manómetro:

Cuando el manómetro haya establecido el equilibrio, deberá permanecer cerca de $3/16$ de pulgada de mercurio en el envase de presión (15). Añada o quite mercurio si es necesario para obtener esta condición.

El volumen de mercurio en el envase del interruptor flotante (11) tiende a permanecer constante al nivel en el cual la posición de la armadura del interruptor flotante se encuentra en la mitad de los contactos. Con la armadura en esta posición, $3/16$ de pulgadas de mercurio deberán permanecer en el envase de presión (15). Si el mercurio no cubre completamente el fondo del envase de presión, la acción del servo manómetro será errada; si más de $3/16$ de pulgada de mercurio permanece en el envase de presión, el efecto de la expansión térmica del mercurio será apreciable. Además, el envase de presión está diseñado para mantener todo el mercurio en el manómetro sólo cuando la cantidad correcta está en el sistema, el exceso de mercurio en un caso de repentina pérdida de presión, puede fluir dentro del tubo de presión (14). Por ejemplo, una avería en el servo sistema durante una crecida de un río ocasionará que el exceso de mercurio fluya dentro del tubo de presión cuando la altura de agua baje.

4.2.2 Operación del manómetro para indicar la altura del registrador:

Cuando el manómetro se haya estabilizado a la presión atmosférica con el volumen correcto de mercurio, coloque el contador (18) a leer -0.003 (99,997). Esta calibración es necesaria de manera de poder compensar la presión promedio requerida para la formación de burbujas en el orificio. Entonces conecte nuevamente el tubo de presión (14), y abra la válvula de salida del manómetro (8). El manómetro reaccionará inmediatamente y finalmente se estabilizará en la altura de agua (presión) sobre el orificio.

El contador (18) ahora indica la profundidad del orificio en el agua, para hacer que el registrador indique la altura de mira, simplemente coloque el contador de acuerdo con la lectura de mira.

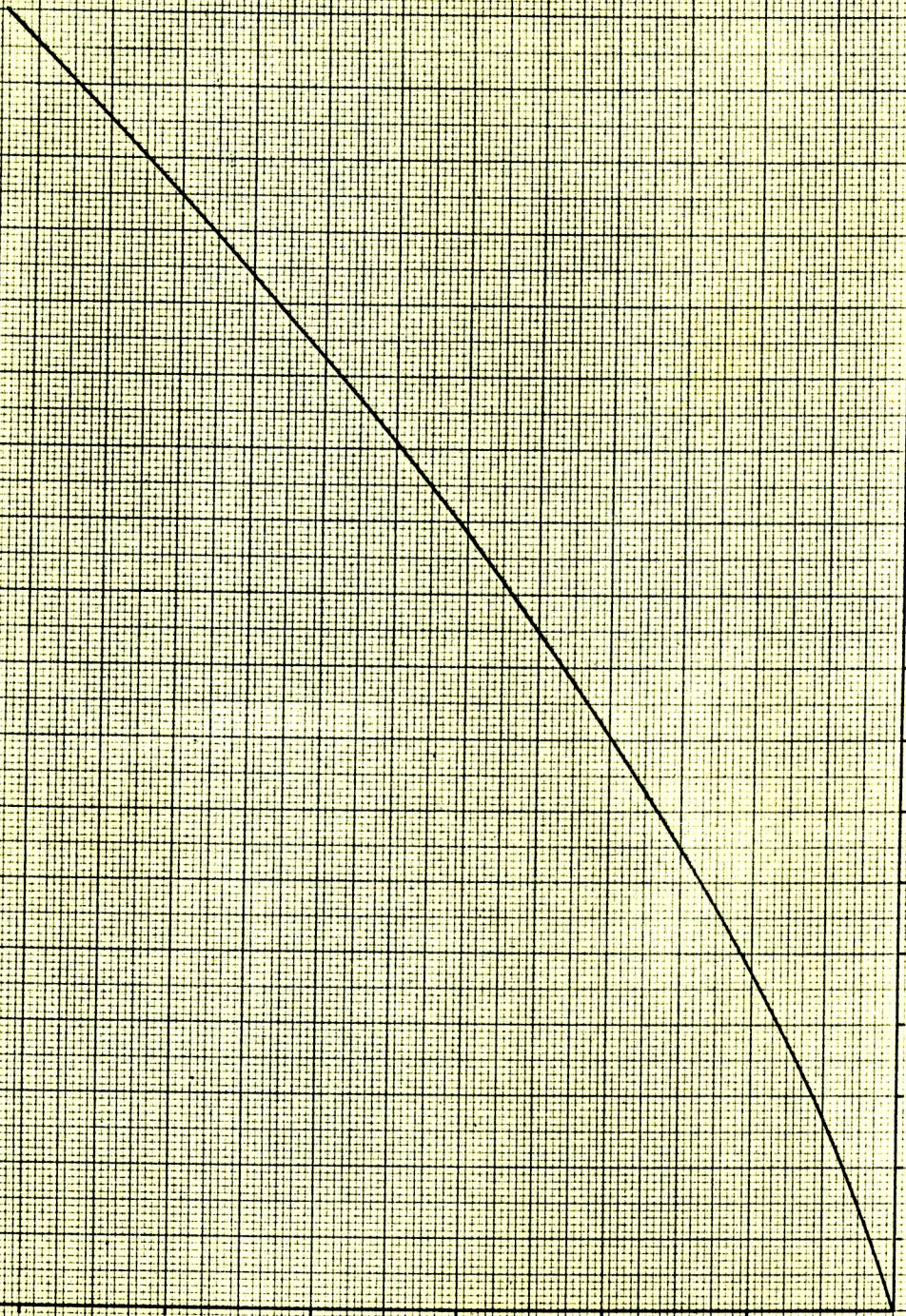
DIAGRAMA PARA DETERMINAR
LA RATA DE BURBUJA REQUERIDA

ELEVACION EN MTS/HORA

0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50 1.60 1.70 1.80

BURBUJAS POR MIN. POR MT. DE TUBERIA

FIGURA 10



SECCION 5

OPERACION Y MANTENIMIENTO

5.0 Registro de Operación:

La importancia de mantener un registro adecuado de la operación de este equipo no se debe subestimar. Un diario de la alimentación de gas y consumo, batería, reloj, y otros datos u observaciones pertinentes, serán muy útiles al personal de campo que mantiene el equipo y más tarde ayudarán en la evaluación de los registros en la oficina. Hacer estas anotaciones solamente en el gráfico de registro no es recomendable, pues el orden y contenido de las anotaciones variarán con los observadores individuales y los registros de operaciones anteriores no serán de fácil acceso en cada inspección del equipo. Una forma sugerida para la hoja de reporte diario de operación del medidor de burbuja, se muestra en la figura 11.

5.1 Sistema de purga de gas

5.1.1 Operación y mantenimiento de rutina

5.1.1.1 Reemplazo del cilindro de gas:

El cilindro de gas debe reemplazarse con un cilindro nuevo de nitrógeno antes que la presión del cilindro alcance la lectura más baja del indicador de presión. Esto, no solamente asegura operación continua del equipo, sino evitará la posibilidad de cilindros completamente vacíos, pues los cilindros contaminados con aire y humedad son inconvenientes para el abastecedor de gas.

Para reemplazar el cilindro de gas, proceda de la manera siguiente:

- a) Hacer inspecciones regulares del equipo y anotar todos los datos en la hoja de registro.
- b) En el siguiente orden cerrar la válvula de presión de alimentación (giro a la izquierda), la válvula de cierre del manómetro (8), y la válvula de cierre del tubo de burbuja (7).
- c) Sacar el regulador de cilindro vacío.
- d) Abrir la válvula ligeramente en el nuevo cilindro para despejar la válvula de partículas extrañas y conectar el regulador al cilindro nuevo.
- e) Abrir la válvula cilíndrica (rotación completa a izquierda hasta que se apriete contra el tope).

- f) Ajustar la presión de alimentación aproximadamente a la original anotada en la hoja de registro. El indicador de presión de alimentación debe indicar un ligero aumento durante este ajuste para asegurar que está marcando la presión de alimentación verdadera y no simplemente la presión atrapada previamente en el sistema.
- g) Abrir la válvula de cierre del tubo de burbuja (7).
- h) Chequear la velocidad de burbuja en el visor de alimentación (4) y si es necesario, ajustar a la velocidad deseada.
- i) Abrir la válvula de cierre del manómetro (8).

El procedimiento reseñado asegura que la presión en el tubo de burbuja (6) se mantendrá durante toda la operación. Si se pierde presión en el tubo de burbuja, el agua entrará en el tubo y en clima muy frío pudiera congelarse, haciéndose imposible purgar el tubo.

5.1.1.2 Chequeo total del sistema de purga de gas:

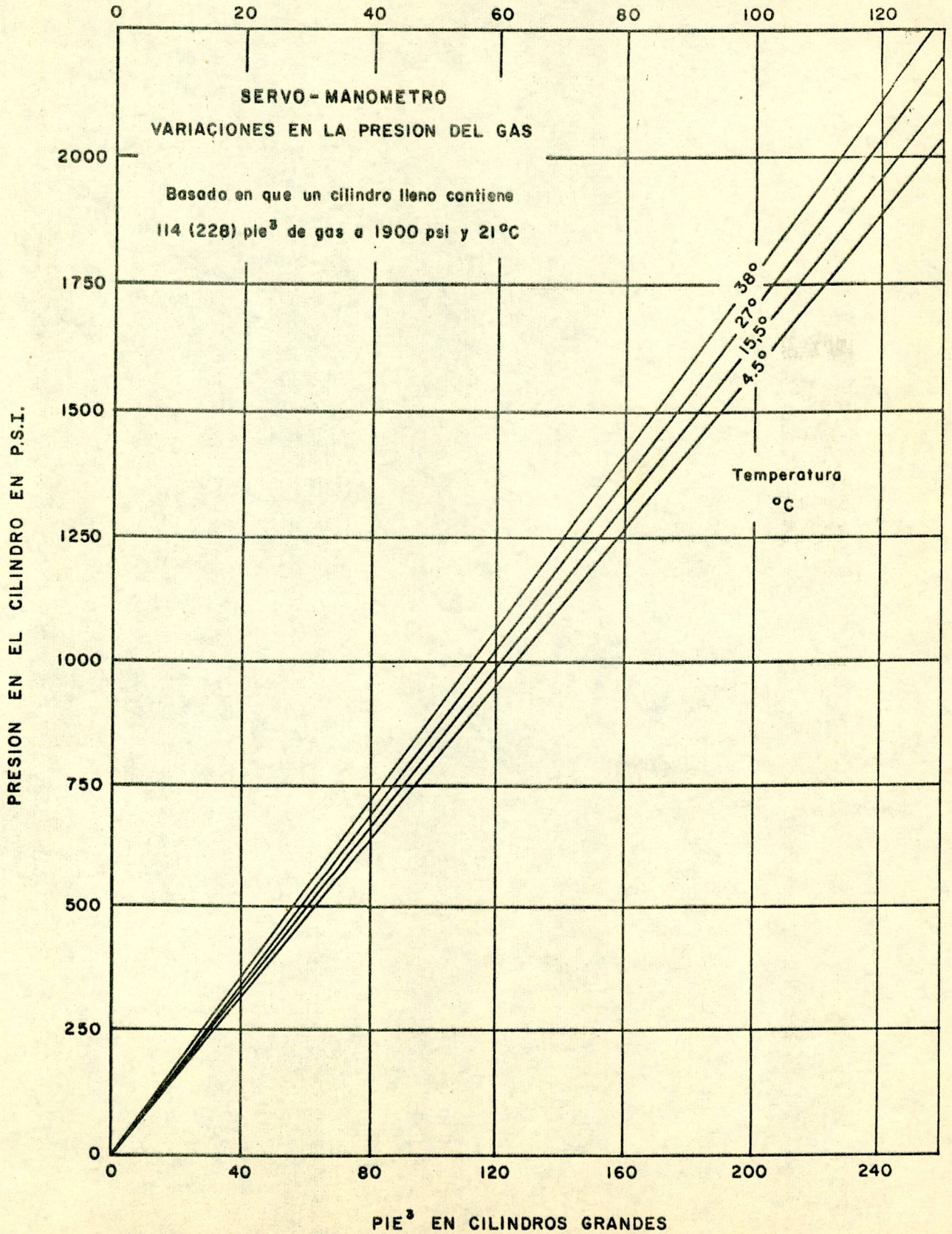
No debe existir escape serio en el sistema de purga de gas si:

- a) El manómetro indica altura correctamente.
- b) El consumo de gas basado en la proporción de burbuja media a través de un período de tiempo, corresponde con el consumo de gas calculado del decrecimiento en la presión del cilindro.

La presión del cilindro como se indica por manómetro, se puede usar como una medida bastante exacta de la cantidad de gas en el cilindro, si se tiene en cuenta los efectos de las diferencias de temperatura sobre la presión. La figura 12 muestra la cantidad de gas, tanto en cilindros pequeños (escala de arriba) y cilindros grandes (escala baja) para los alcances de presión del cilindro y temperatura de gas (tomados) como temperatura atmosférica bajo la caseta que se encuentran ordinariamente. La figura 13 es provista para estimar el consumo de gas de la proporción de burbuja media y duración del período de operación.

Las anotaciones diarias de muestras dadas en la figura 11, servirán para ilustrar el uso de las figuras 12 y 13 al realizar un chequeo total del sistema de purga de gas. El 10-2-58 la temperatura atmosférica (o cilíndrica) era 24°C y el manómetro del cilindro leyó 1.500 psi. De la figura 12, se deduce que estas condiciones corresponden a un contenido de gas de 90 pies cúbicos. (Asumiendo que se usaba un cilindro pequeño. De la misma forma el 11-1-58, cuando la temperatura había disminuido a 4,5°C, y la presión del cilindro a 1,220 psi, el contenido de

PIE³ EN CILINDROS PEQUEÑOS



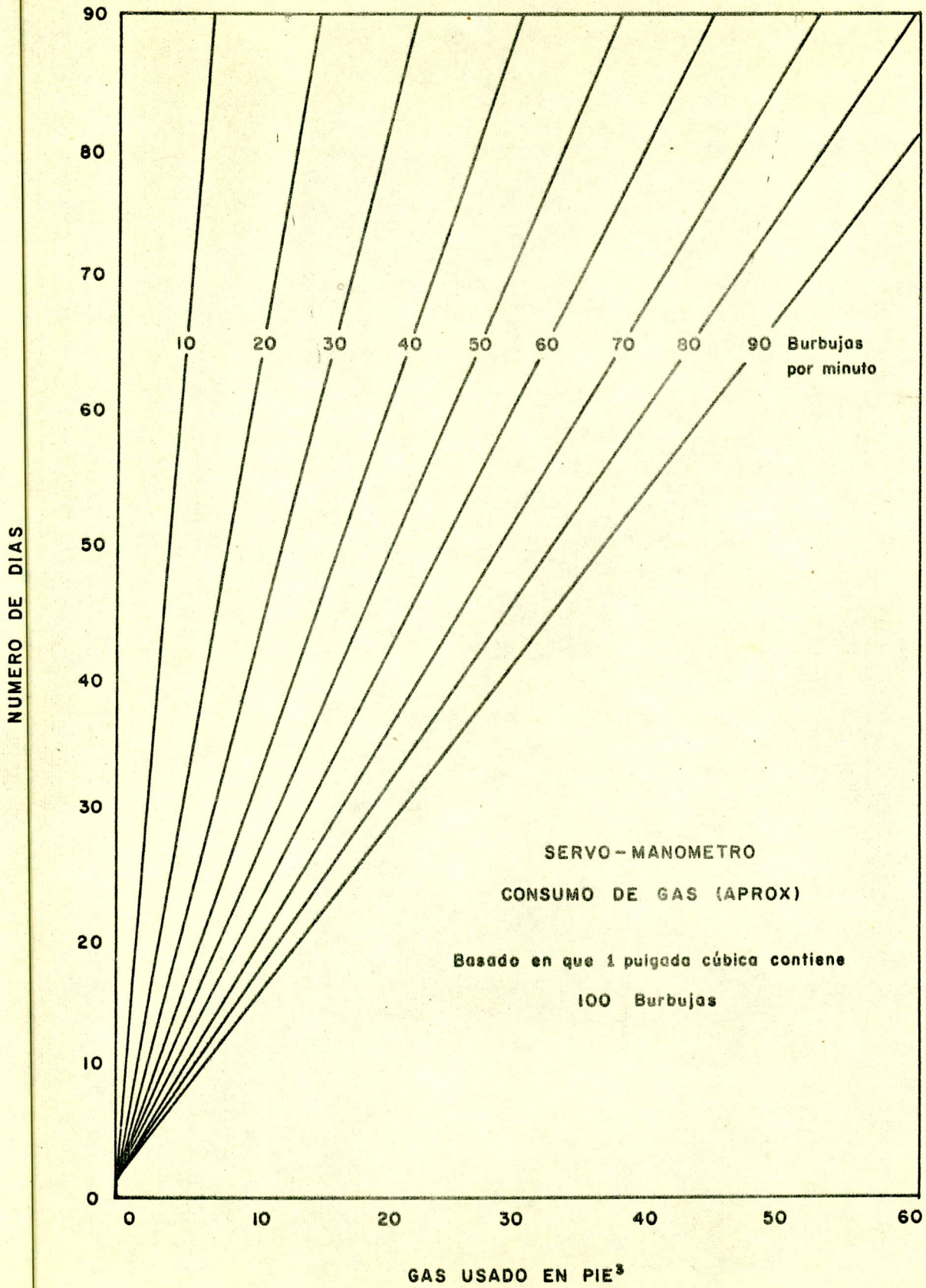


Figura 13- Relación de Consumo de Gas a Rata de Burbujas y Tiempo de Operación

gas del cilindro es igual a 78 pies cúbicos, indicando así el consumo de 12 pies cúbicos de gas durante el período de 30 días.

Durante el período, la proporción de burbuja media fué 45 burbujas por minuto. De la figura 13, la cantidad de gas que debería ser usado en 30 días a esta proporción de burbuja debe ser 11.5 pies cúbicos, esto está de acuerdo con el consumo de gas determinado previamente por lo que no hay indicación de escape de gas serio.

5.1.1.3 Aislamiento de escapes en el sistema de purga de gas:

Si los cálculos hechos como se indica arriba u operación defectuosa del equipo indican escape de gas, se puede aislar el escape en las varias secciones del sistema. Un medidor en aquella sección del sistema que contiene el escape indicará entonces una disminución en presión. La velocidad de decrecimiento dependerá de la velocidad de escape y el volumen de gas atrapado.

Por ejemplo, se puede chequear en secciones el sistema de gas entero, a un mismo tiempo, procediendo como sigue:

a) Cerrar las siguientes válvulas en el orden anotado:

- 1 Válvula de aguja ajustadora de velocidad de alimentación
- 2 Tornillo ajustador de presión de alimentación
- 3 Válvula del cilindro

b) Inmediatamente después de cerrar las válvulas, leer los dos indicadores de presión y el contador del manómetro (18). Un decrecimiento continuo en cualquiera de las lecturas indicará un escape en aquella parte del sistema como se explica abajo:

El indicador de presión del cilindro pudiera indicar escape en la parte del sistema en la válvula del cilindro y la válvula reguladora del cilindro. Nótese que este indicador también indicará escape alrededor del vástago de la válvula del cilindro, cuyo escape no debe continuar cuando la válvula está completamente abierta.

El indicador de presión de alimentación indicará un escape entre la válvula reguladora y la válvula de aguja ajustadora de velocidad de alimentación (5).

5.1.1.4 Localización de escapes individuales:

Después que un escape está aislado en una porción del sistema, se puede seguirlo en las conexiones tubulares individuales u otros sitios

sospechosos cubriendo cada uno con una solución adecuada que hará burbuja con el gas de escape. La solución que se vende a los niños para hacer burbujas jabonosas es probablemente la más satisfactoria conocida para este propósito. Se puede mezclar esta solución burbujeante con partes iguales de anticongelante de tipo permanente (Zerex o igual) para uso bajo condiciones congelantes. Un cepillo pequeño y suave es conveniente para aplicar la solución.

5.1.1.5 Operación de invierno:

Es conveniente chequear todas las conexiones en el sistema de purga de gas y apretarlas, si es necesario, después de la primera baja de temperatura.

5.1.2 Mal funcionamiento: síntomas, causas y remedios:

A excepción de la observación directa durante una inspección del equipo, la única evidencia disponible de un mal funcionamiento es la aparición del registro de altura de escala. Los síntomas de la mayor parte de los malos funcionamientos que se discuten adelante se basan en la presencia de este registro.

5.1.2.1 Ondulación falsa o "Dibujo" de la gráfica:

La magnitud de la ondulación puede extenderse hasta varios milímetros. La frecuencia de la ondulación puede ser tal que el manómetro corre arriba y abajo casi continuamente, excepto por el período de retraso cada vez que cambia la dirección. No confunda esta ondulación falsa con una ondulación real que puede ocurrir bajo ciertas condiciones.

Una causa de ondulación falsa es la deposición de sedimento u otro material sobre el orificio de burbuja. El espesor y/o la consistencia de esta materia determinará la magnitud de la ondulación y también el error mínimo en altura de escala. El remedio para ondulación falsa de esta causa es sacar el material fuera del orificio, levantar el orificio, o cambiarlo a otro sitio en el río. A veces pequeñas cantidades de sedimento puede alejarse soplando el orificio purgando el tubo vigorosamente con gas, pero no se debe intentar hacer esto aumentando la velocidad de burbuja violentamente, tal procedimiento puede sacar el aceite del visor de alimentación (4) hacia adentro del tubo de burbuja (16) ó en el tubo de presión (14). Probablemente, será necesario desviar el regulador diferencial constante (3) y el visor de alimentación (4) mientras se trata de vaciar soplando el tubo de burbuja. Se puede efectuar esto conectando el tubo de burbuja (16) directamente al regulador del cilindro.

También, ondulación falsa puede producirse por la presencia de agua o aceite en el tubo de presión (14). Este tubo es translúcido de modo que se puede ver tal líquido. Se debe sacar el líquido del tubo. Si gotitas del líquido persisten en adherirse al interior del tubo, puede ser

aconsejable sacar el tubo y lavarlo con gasolina u otro fluido volátil que se seca rápidamente.

Una tercera causa posible de ondulación falsa es el aceite o líquido parecido al aceite que se acumula en partes bajas en el tubo de burbuja (16). Aunque el agua será expulsada fácilmente de este tubo por el flujo de gas, el aceite se adherirá a los costados del tubo a medida que el gas hace subir el aceite desde la parte baja. Cuando el aceite cubre el tubo, la cantidad de aceite delante del gas disminuye hasta que el gas pasa finalmente. Luego el aceite se reaccumula en la parte baja en la tubería y el ciclo se repite. La reacción del manómetro a estos cambios de presión produce la ondulación falsa. Puede ser practicable soplar este aceite al río desviando el regulador diferencial constante y forzando gas en el tubo de burbuja (16) directamente del regulador de cilindro a presión hasta 60 pies por pulgada cuadrada.

5.1.2.2 Falsa bajada:

Esta mal función está indicada por un decrecimiento bastante rápido en altura registrada a quizás 50 ó 60 cm. por debajo de la altura verdadera, seguido por restablecimiento en un período de varias horas. Falsas bajadas pueden ser causadas por pérdida temporal de presión en el sistema de purga de gas debido a un escape de gas intermitente. Puede ocurrir un escape de gas intermitente bajo ciertas condiciones de temperatura, ó el escape puede ser de tipo sensitivo de presión que ocurre solamente durante elevadas alturas de agua (presiones). En el último caso, una cresta registrada puede ser considerablemente menor a la cresta verdadera.

Es difícil localizar un escape intermitente, y puede ser necesario chequear el sistema de gas a presión aumentada para reproducir el escape. Para hacer esto, primero incapacitar el manómetro sacando el tapón de su enchufe (23). Cerrar la válvula de cierre del tubo de burbuja (7). Luego alimentar gas en el sistema para elevar a la máxima presión posible sin causar flujo de gas a través del mercurio en el manómetro. Atrapar esta alta presión cerrando la válvula de aguja ajustadora de velocidad de alimentación (5). Entonces un cambio en el nivel de mercurio en el tubo de transferencia de mercurio (13) indicará que existe un escape a esta presión. Este procedimiento chequea las partes activas del sistemas con excepción del tubo de burbuja (16). Al chequear el tubo de burbuja bajo presión aumentada, requeriría sellar el orificio de burbuja en el río.

5.1.2.3 Dificultad en el mantenimiento de una rata de burbujas constante:

El objeto del regulador diferencial constante (3) es de permitir un control adecuado para fijar y mantener una velocidad de burbuja constante. Dificultad en regular o mantener una rata constante de burbuja indica mal funcionamiento de este regulador, o la presencia de material extraño en la válvula de aguja ajustadora de la rata de alimentación (5).

Para chequear el regulador diferencial constante (3), establecer la rata de burbuja deseada en el visor de alimentación (4) con una presión de alimentación de 35 psi. Ahora duplicar la presión de alimentación y observar el cambio, si existe alguno, en la rata de burbuja. Si la rata de burbuja no cambia notablemente, el regulador está operando correctamente. Sin embargo, si la rata de burbuja duplica aproximadamente, indica una válvula defectuosa en el regulador (3).

Si el mal funcionamiento no está en el regulador, o si persiste después de reparar el regulador, la dificultad puede ser causada por partículas de la empaquetadura selladora que se han alojado en la válvula de aguja ajustadora de la rata de alimentación (5). Sacar la aguja y limpiar cualquier material extraño. No sacar la aguja a menos que sea necesario, pues haciéndolo puede causar que pedacitos de empaquetadura bajen en la válvula de aguja cuando se reemplace la aguja.

5.2 Conjunto del Servo-manómetro

5.2.1 Operación y mantenimiento rutinario:

5.2.1.1 Lubricación:

Se requiere poca lubricación periódica porque las piezas giratorias, con la excepción del motor y tren de engranajes, se mueven lentamente sobre cojinetes adecuados. La lubricación de estas piezas de movimiento lento puede causar la acumulación de polvo y arena y hacer más daño que beneficio.

El motor (17) está lubricado por toda la vida bajo condiciones normales y debe ser desarmado si se trata de lubricarlo. Si las condiciones son tales que el motor opera un largo porcentaje de tiempo, puede ser aconsejable echar una gota de aceite en cada cojinete y un poquito de grasa de silicón en los engranajes, pero no permita que aceite ni grasa entren al bobinado o conmutador.

No se recomienda lubricar el eje roscado a menos que el manómetro sea operado en una atmósfera prácticamente libre de polvo. Debe mantenerse este eje libre de polvo y arena.

5.2.1.2 Uso del contador:

El contador (18) substituye la mira interior y debe ser tratado de acuerdo. Se ajustará el contador para coincidir con la lectura correcta de la mira exterior en aguas bajas, y no se cambiará, excepto cuando algún mal funcionamiento del manómetro propiamente, o un cambio en la elevación del orificio de burbuja, haga necesario reajustar el contador.

Cuando el contador es reajustado después de la instalación original, las lecturas tanto del contador como de mira exterior antes y des-

pués del cambio deben anotarse para ayudar en la evaluación subsiguiente del registro.

5.2.1.3 Calibración del manómetro:

Cambiar el ángulo del manómetro debe efectuarse solamente después de un estudio de varias lecturas del contador (18) y el indicador externo que indica que un cambio es necesario. Por ejemplo, vamos a asumir que el contador fué calibrado originalmente en aguas bajas y que un número considerable de lecturas del contador y la mira exterior a través de un margen apreciable de alturas, indica que el contador marcó demasiado alto al aumentar la altura por un valor medio de 0.01 pie (3 mm) por pie de altura (30 cm) puede ser aconsejable plotear la diferencia en estas lecturas contra altura para determinar correctamente este error medio.

Para ajustar el ángulo del manómetro para este error medio proceder como sigue:

- a) Aflojar el tornillo ajustador de nivel del interruptor flotante
- b) Ajustar la manecilla (21) a leer -0.1 en la placa correctora de ángulos
- c) Apretar el tornillo de nuevo
- d) Aflojar el tornillo de 3/8" pulgada atrás del manómetro
- e) Aflojar la tuerca grande que asegura el manómetro usando barra de 3/16" por 4" suplida para este propósito
- f) Ladear el manómetro hasta que la burbuja está recentrada en el tubo de nivel de burbuja
- g) Apretar de nuevo el tornillo de 3/16" y la tuerca grande
- h) Aflojar el tornillo ajustador de nivel del depósito de presión
- i) Nivelar el depósito de presión
- j) Apretar de nuevo el tornillo
- k) Reajustar el contador (18) para registrar la elevación correcta

Esto completa la calibración del manómetro.

5.2.2 Mal funcionamiento: síntomas, causas y soluciones:

5.2.2.1 El manómetro sube y baja continuamente:

Evidencia de este mal funcionamiento es el "Dibujo" de una franja en la gráfica similar a la que resulta de una ondulación falsa (Véase 5.1.1.1), excepto que el ancho de la franja usualmente no es más de 0.05 pie aproximadamente (1 cm.)

Esta clase de "Falla" puede ser causada por una separación demasiado pequeña entre los contactos del interruptor flotante. Doble hacia atrás uno de los contactos externos ligeramente hasta que el mal funcionamiento sea corregido.

También la falla puede ser causada porque el asiento de los pivotes del interruptor flotante está demasiado apretado o demasiado flojo. Reajuste los tornillos de los asientos. Si los tornillos parecen estar fuera de ajuste, conviene untar un poquito de esmalte para uñas en los asientos y cabezas de los tornillos después de ajustar.

Una pequeña cantidad de aire atrapado en el tubo de transferencia de mercurio (13), también causará falla. Se puede desalojar el aire golpeando ligeramente varias veces el tubo.

5.2.2.2 Falta de sensibilidad:

La respuesta del manómetro a un cambio dado en altura de escala puede ser chequeada oprimiendo uno de los botones de impulso manual hasta que el manómetro impulsa el contador (18) a una cantidad dada de la altura verdadera, y notando su respuesta. Por ejemplo, si el contador lee 1,800 m., oprima el botón "arriba" hasta que el contador marque 1.850 m. Si la sensibilidad es + 0,005 m., el manómetro debe regresar al contador dentro de 0,005 m. de la lectura original. El manómetro puede exceder un poco cada vez, pero debe estabilizarse después de unos pocos pasos.

Si la sensibilidad es + 0,005 m., y el manómetro no responde con esta sensibilidad, los contactos pueden estar demasiado apartados, o necesitan limpieza. No es recomendable el uso de fluido limpiador, pues esto dejará un residuo indeseable en las superficies de contacto. El método mejor conocido para limpiar estos contactos delicados es limpiarlos ligeramente con la hoja de un cuchillo afilado, usualmente solo es necesario quitar las manchas oscuras que se han formado en los contactos en los puntos reales de contactos.

5.2.2.3 Pasos en el registro:

Ocasionalmente el registro deja de seguir un cambio en altura por un período de varias horas. Esto puede ser el resultado de contactos del flotante mal ajustados, o arranque errático del motor impulsor (17).

Si la falla no parece estar en el interruptor flotante, chequear la operación del motor (17) accionando el manómetro en cada dirección varias veces, oprimiendo los botones impulsores manuales y observar si regresa cada vez. Si el motor deja de operar cuando los botones están oprimidos, el motor está defectuoso.

5.2.2.4 El motor parece funcionar forzado:

Esto puede ser ocasionado por pilas débiles o trabazón en el manómetro o en el propio motor. Pila débil (o pilas) se advierte si la velocidad del motor disminuye notablemente cuando funciona continuamente por un minuto más o menos bajo carga normal.

Para chequear el motor y manómetro por fricción anormal, desacoplar los engranajes impulsores del motor para permitir operación independiente. Se pueden desencajar estos engranajes sacando los dos tornillos delanteros que sostienen el motor en su ménsula de montaje, y girando el motor alrededor del tercer tornillo. Energizar el motor y ver si su tren de engranaje hace el sonido "resonante" uniforme y normal. Ahora, se puede girar a mano el eje roscado (19) para chequear por fricción o trabazón anormal en cualquier punto.

5.2.2.5 La polaridad correcta debe observarse en todo el sistema eléctrico. El equipo se recibe con todos los circuitos correctamente polarizados. Mantenimiento subsecuente o reparación puede resultar en una inversión accidental de polaridad en uno o más puntos en el circuito eléctrico con los efectos abajo anotados:

Cables conductores convertidos en:	<u>Efecto</u>
Motor Impulsor (22)	Cambia la dirección de rotación del motor
Interruptor flotante (12)	Cambia la dirección de rotación del motor; transpone la acción de mando de los interruptores limitadores

La polaridad correcta se observa si durante un cambio de altura ascendente, por ejemplo, el motor gira para mover hacia abajo el depósito de presión (15), la lectura del contador (18) aumenta, y el interruptor limitador en la parte inferior del manómetro cuando se pone en acción manualmente detiene el motor.

5.3 Unidad de Servo-Control

5.3.1 Reemplazo de pilas:

En las instalaciones en ríos no regularizados, las pilas deben servir por casi su vida de garantía (alrededor de un año). Se puede esperar una vida de pila más corta en instalaciones en ríos regularizados donde

