

**REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISION NACIONAL DE RIEGO**

**MANUAL DE OPERACIÓN
EMBALSE SANTA JUANA**

**MANUAL DE OPERACIONES
EMBALSE SANTA JUANA**

INDICE

	Página
1.- CALCULO HIDROMETRICO DIARIO	1
Metodología del cálculo hidrométrico	1
Planilla hidrométrica diaria	3
2.- MECANISMOS DE ENTREGA DE AGUA PARA RIEGO	4
2.1.- Características técnicas	4
2.1.1.- Válvula de mariposa	4
a.- Diseño	4
b.- Condiciones de empleo/datos de funcionamiento	4
c.- Componentes principales	5
d.- Instrumentación asociada al control de válvulas	6
e.- Sistema de accionamiento	8
f.- Mando	9
2.1.2.- Válvulas de cono o difusoras, tipo Howell-Bunger	10
a.- Diseño	10
b.- Condiciones de empleo/datos de funcionamiento	10
c.- Componentes principales	10
d.- Instrumentación asociada al control de operación de las válvulas de cono o difusoras	11
e.- Sistema de accionamiento	12
f.- Mando	12
2.2.- OPERACIÓN	13
2.2.1- Operación de válvula de mariposa de la caverna	13
a.- Apertura manual de la válvula de mariposa de la caverna	14
b.- Cierre manual de la válvula de mariposa de la caverna	17
c.- Apertura automática de la válvula de mariposa de la caverna	19
d.- Cierre automático de la válvula de mariposa de la caverna	19
e.- Cierre de emergencia	20
f.- Vaciado del embalse	20
2.2.2.- Operación de válvula de mariposa y difusora de la casa de válvulas	22
a.- Apertura manual de válvulas de mariposa y difusoras de la casa de válvulas	22
b.- Cierre manual de válvulas de mariposa y difusoras de la casa de válvulas	25
c.- Apertura automática de las válvulas mariposa y difusoras de la casa de válvulas	27
d.- Cierre automático de válvula de mariposa y difusoras de la casa de válvulas	28
e.- Cambio de vía en modo automático	28

	Página
2.2.3.- Operación preventiva de válvulas de mariposa y difusoras y otros	28
2.3.- MANTENCION	30
2.3.1- Controles	30
2.3.2.- Enclavamientos	30
2.3.3.- Detecciones de anomalías del sistema	31
a.- Válvulas by-pass	31
b.- Válvulas mariposa	32
c.- Válvulas difusoras	32
d.- Corte de señal de presión	33
e.- Señal de sobrecaudal	33
f.- Filtraciones en el equipo óle-hidráulico	33
2.3.4.- Mantenición de las válvulas de mariposa	34
a.- Mantenimiento e inspección	34
b.- Averías y su reparación	34
c.- Piezas de desgaste	35
d.- Cambio de juntas	35
e.- Cambio del cilindro hidráulico	36
f.- Control de niveles	36
2.3.5.- Mantenición de las válvulas de cono o difusoras, tipo Howell-Bunger	36
a.- Mantenimiento e inspección	36
b.- Averías y su reparación	37
c.- Piezas de desgaste	37
d.- Cambio de sellos	37
e.- Cambio del engranajes	38
f.- Función	38
g.- Control de desgaste en el usillo	38
h.- Cambio de aceite en caja diferencial NOZAG S-100	39
i.- Cambio de aceite en caja diferencial GT-20	39
3.- ELEMENTOS DE CONROL DEL EMBALSE	40
3.1.- Características	40
3.1.1.- Instrumentación estática	40
a.- Monolitos de control	40
b.- Celdas de agua	41
c.- Reglas limnimétricas	42
3.1.2.- Instrumentación de cuerda vibrante	42
a.- Medidores de deformación del hormigón (MDH)	44
b.- Medidores de temperatura (T)	44
c.- Piezómetros eléctricos (PE)	45
d.- Medidores de juntas (MJ)	45
e.- Medidor continuo de nivel	46
3.1.3.- Instrumentación geotécnica	46

	Página
3.2.- Operación	47
3.2.1.- Instrumentación estática	47
a.- Monolitos de control	47
b.- Celdas de agua	47
c.- Reglas limnimétricas	47
3.2.2.- Instrumentación de cuerda vibrante	48
3.2.3.- Instrumentación geotécnica	49
3.3.- Mantenición	49
3.3.1.- Instrumentación estática	49
3.3.2.- Instrumentación de cuerda vibrante	50
3.3.3.- Instrumentación geotécnica	51

ANEXOS

- A.- Aparato de lectura para sensores de cuerda vibrante (catálogo)
- B.- Identificación de sensores en paneles terminales de caseta de instrumentación
- C.- Manual de operación aparato de lectura para sensores de cuerda vibrante
- D.- Manual de operación piezómetro eléctrico
- E.- Manual de operación de programa de operación en terreno QTSSA
- F.- Descripción general acelerómetro
- G.- Manual de operación programa winsid
- H.- Aparato lector del medidor continuo de nivel
- I.- Piezómetro eléctrico (catálogo)
- J.- Medidor de deformación del hormigón (catálogo)
- K.- Equipo de medición de temperatura (catálogo)
- L.- Manual de operación de medidor de juntas
- M.- Planta ubicación elementos de control Embalse Santa Juana

MANUAL DE OPERACIONES

EMBALSE SANTA JUANA

1. - CALCULO HIDROMETRICO DIARIO

Diariamente debe realizarse el cálculo hidrométrico del embalse.

El cálculo hidrométrico del embalse permite determinar la situación hidrométrica del embalse del día anterior, entendiéndose en este caso como día hidrométrico las 24 horas transcurridas desde las 8:00 horas del día anterior a las 8:00 del día objeto del cálculo.

La hidrometría diaria del embalse comprende el volumen almacenado a las 8:00 del día en que se realiza el cálculo y los volúmenes evaporados, entregados o rebasados del embalse con sus respectivos caudales medios diarios.

Metodología del cálculo hidrométrico.

1. Tomar la altura limnimétrica del embalse a las 8:00 hrs. En el embalse Santa Juana la lectura limnimétrica se toma visualizando el nivel del agua en los limnímetros instalados en el costado derecho aguas arriba del embalse. Esta lectura se visualiza con unos prismáticos.
2. Tomar la evaporación en la bandeja de evaporación clase A, instalada en la estación meteorológica a las 8:00 hrs.
3. Con la lectura limnimétrica se calcula el volumen almacenado y la superficie del espejo de agua, los que se determinan mediante el uso de las tablas altura limnimétrica v/s volumen almacenado y superficie inundada.
4. Con la evaporación medida y la superficie del espejo de agua ya determinada, se calcula el volumen de agua evaporada en las 24 hrs del día hidrométrico.
5. Se debe determinar el volumen de agua entregado durante las 24 hrs del día hidrométrico. Esto se determina afectando el caudal de entrega por el tiempo entregado, considerando en este cálculo los cambios de caudal que se hubiesen producido en las 24 hrs del día hidrométrico.
6. En la eventualidad de estar rebasando el embalse, se debe calcular el volumen rebasado en las 24 hrs del día hidrométrico aplicando la fórmula de vertedero de caída libre para determinar el caudal rebasado, el que multiplicado por el tiempo de rebase permite determinar el volumen rebasado.

7. Finalmente se aplica la fórmula de balance hidrométrico del embalse para determinar el volumen ingresado y el caudal medio afluente, que es:

$$\text{Vol Afluente} = (\text{Vol actual} - \text{Vol día anterior}) - \text{Vol Evaporado} - \text{Vol Entregado} - \text{Vol Rebasado}$$

$$Q \text{ Afluente} = \text{Vol Afluente} / \text{seg del día}$$

Se adjunta planilla hidrométrica diaria.

DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS

EMBALSE SANTA JUANA

III REGION - ATACAMA

EMBALSE SANTA JUANA

Observaciones mes de : MAYO 2002

CAPACIDAD UTIL EMBALSE 166 Hm3

GASTO MAXIMO VERTEDERO 1,530 m3/seg

Cota Umbral Vertedero 646,52

Cota inicio reja torre de toma 572,48

Cota je tubería de entrega 555,00

1	1A	2	3	3A	4	5	5A	6	6A	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DIA	HORA	LLUVIA	COTA	CARGA	VOL. TOTAL EMB.	VAR. VOL.	SUPERFICIE	EVAPORACION			FILTRACIONES		Agua Entreg. por Válv.		Descarga por Verted.		Tot. Agua Salida	Total Agua Entrada	
		mm	LAGO (m)	m	m³	Emb. (m³)	m²	mm	mm*0,7	m³/día	lt/seg	m³/día	m³/seg	m³/día	m³/seg	m³/día	m³/día	m³/seg	m³/día
30-04-02	08:30	0,00	637,24	82,24	133.453.753	134.496	3.639.879	4,2	2,94	10.701	38,2	3.279	4,80	414.720	0,00	0	428.700	6,52	563.196
1	08:30	0,00	637,27	82,27	133.577.412	123.659	3.641.765	3,4	2,38	8.667	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	426.688	6,37	550.347
2	08:30	0,00	637,31	82,31	133.701.138	123.726	3.643.652	2,2	1,54	5.611	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	423.632	6,34	547.358
3	08:30	0,00	637,34	82,34	133.799.438	98.300	3.645.151	3,2	2,24	8.165	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	426.186	6,07	524.486
4	08:30	0,00	637,37	82,37	133.926.926	127.488	3.647.095	2,1	1,47	5.361	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	423.382	6,38	550.870
5	08:30	0,00	637,40	82,40	134.036.257	109.331	3.648.762	4,3	3,01	10.983	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	429.003	6,23	538.334
6	08:30	0,00	637,43	82,43	134.145.640	109.383	3.650.429	7,3	5,11	18.654	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	436.674	6,32	546.057
7	08:30	0,00	637,45	82,45	134.218.590	72.950	3.651.541	4,2	2,94	10.736	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	428.756	5,81	501.706
8	08:30	0,00	637,48	82,48	134.309.811	91.221	3.652.931	4,3	3,01	10.995	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	429.016	6,02	520.237
9	08:30	0,00	637,49	82,49	134.371.861	62.050	3.653.877	6,4	4,48	16.369	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	434.390	5,75	496.440
10	08:30	0,00	637,51	82,51	134.437.580	65.719	3.654.879	2,1	1,47	5.373	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	423.393	5,66	489.112
11	08:30	0,00	637,53	82,53	134.510.622	73.042	3.655.992	2,2	1,54	5.630	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	423.651	5,75	496.693
12	08:30	0,00	637,55	82,55	134.583.687	73.065	3.657.105	2,3	1,61	5.888	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	423.908	5,75	496.973
13	08:30	0,00	637,57	82,57	134.656.776	73.089	3.658.219	3,2	2,24	8.194	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	426.215	5,78	499.304
14	08:30	11,00	637,66	82,66	134.967.658	310.882	3.662.954	0,0	0,00	0	38,2	3.300	2,70	233.280	0,00	0	236.580	6,34	547.462
15	08:30	2,00	637,77	82,77	135.388.925	421.267	3.669.370	0,0	0,00	0	38,2	3.300	3,00	259.200	0,00	0	262.500	7,91	683.767
16	08:30	0,00	637,86	82,86	135.719.144	330.219	3.674.397	2,1	1,47	5.401	38,2	3.300	3,00	259.200	0,00	0	267.902	6,92	598.121
17	08:30	0,00	637,92	82,92	135.939.550	220.406	3.677.751	1,2	0,84	3.089	38,2	3.300	4,12	355.968	0,00	0	362.358	6,74	582.764
18	08:30	0,00	637,98	82,98	136.160.164	220.614	3.681.108	1,0	0,70	2.577	38,2	3.300	4,20	362.880	0,00	0	368.757	6,82	589.371
19	08:30	0,00	638,04	83,04	136.380.986	220.822	3.684.468	1,3	0,91	3.353	38,2	3.300	4,20	362.880	0,00	0	369.533	6,83	590.355
20	08:30	0,00	638,10	83,10	136.602.017	221.031	3.687.830	1,2	0,84	3.098	38,2	3.300	4,20	362.880	0,00	0	369.278	6,83	590.309
21	08:30	0,00	638,16	83,16	136.823.256	221.239	3.691.195	2,3	1,61	5.943	38,2	3.300	4,20	362.880	0,00	0	372.123	6,87	593.362
22	08:30	0,00	638,22	83,22	137.044.705	221.449	3.694.562	3,2	2,24	8.276	38,2	3.300	4,20	362.880	0,00	0	374.456	6,90	595.905
23	08:30	0,00	638,28	83,28	137.262.666	217.961	3.697.876	2,1	1,47	5.436	38,2	3.300	4,48	387.072	0,00	0	395.808	7,10	613.769
24	08:30	0,00	638,33	83,33	137.451.236	188.570	3.700.743	3,2	2,24	8.290	38,2	3.300	4,50	388.800	0,00	0	400.390	6,82	588.960
25	08:30	1,50	638,50	83,50	138.080.897	629.661	3.710.311	3,2	2,24	8.311	38,2	3.300	2,90	250.560	0,00	0	262.172	10,32	891.833
26	08:30	25,00	638,80	83,80	139.196.179	1.115.282	3.727.249	0,0	0,00	0	38,2	3.300	0,00	0	0,00	0	3.300	12,95	1.118.582
27	08:30	1,50	639,26	84,26	140.916.534	1.720.355	3.753.351	0,0	0,00	0	38,2	3.300	0,00	0	0,00	0	3.300	19,95	1.723.655
28	08:30	0,00	639,46	84,46	141.668.408	751.874	3.764.751	1,0	0,70	2.635	38,2	3.300	0,00	0	0,00	0	5.936	8,77	757.810
29	08:30	0,00	639,70	84,70	142.585.125	916.717	3.778.643	0,0	0,00	0	38,2	3.300	2,00	172.800	0,00	0	176.100	12,65	1.092.817
30	08:30	0,00	639,90	84,90	143.334.677	749.552	3.789.998	1,5	1,05	3.979	38,2	3.300	2,70	233.280	0,00	0	240.560	11,46	990.112
31	08:30	0,00	640,05	85,05	143.900.278	565.601	3.798.564	4,0	2,80	10.636	38,2	3.300	4,20	362.880	0,00	0	376.816	10,91	942.417
T. MES		41,00		2,81	10.322.866		158.685			191.651		#####		10.108.800		0	10.402.766		20.849.291
PROMEDIO				0,09	332.995,68		5.119			6.182		3.300	3,77	326.090	0	0	335.573	7,78	672.558

2. - MECANISMOS DE ENTREGA DE AGUA PARA RIEGO.

2.1.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

En este subcapítulo se indicarán las características técnicas de los mecanismos de entrega de agua para riego, que corresponden a las válvulas de mariposa (1.600 y 1.200 mm), y las válvulas de cono o difusoras tipo Howell-Bunger.

2.1.1.- VALVULAS DE MARIPOSA.

Las características técnicas de las válvulas de mariposa, sean estas de 1.600 o 1.200 mm son similares y estas son:

a) Diseño.

Las válvulas de cierre son doble excéntrica y tienen una construcción totalmente hermética. El cuerpo y disco de las válvulas están fabricados con acero al carbono laminado. Las partes para juntas en el cuerpo son de material inoxidable. Los ejes son inoxidables y recambiables.

El impulso se lleva a cabo mediante engranaje de rueda helicoidal-cilindro hidráulico. El disco de válvula recorre entre la posición abierta y cerrada un movimiento giratorio de 90 grados.

En la posición cerrada el disco está en un tope fijo que está sujeto en el cuerpo.

La posición abierta es limitada con tope en el faldón.

La junta hermética elástica en el disco de válvula se lleva a cabo mediante un perfil elástico de goma de moldeado especial.

b) Condiciones de empleo/ datos de funcionamiento:

b.1.- Válvula de mariposa de 1.600 mm

Medio	: Agua
Temperatura	: 50° C
Volumen Máx. de fluido	: 30 m ³ / seg.
Volumen máx. de fluido en caso de rotura tubería	: 6 m ³ / seg.
Presión de trabajo	: 90 metros columna de agua
Presión máxima	: 98 metros columna de agua
Abrir la válvula con una presión de diferencial máx. de	: 2 bares

Tiempo de apertura	: 203 seg.
Tiempo de cierre	: 182 seg.
Control de Presión:	
Agua / Cuerpo	: 20 bares
Cierre	: 13 bares
Control de función (Estática) :	
Agua / Cierre	: 30 bares
Presión necesaria del aceite hidráulico	: 60 bares

Hermeticidad: Tasa de fuga 1, según DIN 3230/3 BN en dirección del fluido.

b.2.- Válvula de mariposa de 1.200 mm

Medio	: Agua
Temperatura	: 50° C
Volumen Máx. de fluido	: 15 m3 / seg.
Volumen máx. de fluido en caso de rotura tubería	: 6 m3 / seg.
Presión de trabajo	: 90 metros columna de agua
Presión máxima	: 98 metros columna de agua
Abrir la válvula con una presión de diferencial máx. de	: 2 bares
Tiempo de apertura	: 112 seg.
Tiempo de cierre	: 118 seg.
Control de Presión:	
Agua / Cuerpo	: 20 bares
Cierre	: 13 bares
Control de función (Estática) :	
Agua / Cierre	: 15 bares
Presión necesaria del aceite hidráulico	: 60 bares

Hermeticidad: Tasa de fuga 1, según DIN 3230/3 BN en dirección del fluido.

c) Componentes principales.-

c.1) Cuerpo:

De construcción soldada con bridas con cuello.

c.2) Disco:

Soldado. El elemento de junta está sujeto al disco de válvula mediante un anillo roscado de apriete que está fijado al disco de válvula con tornillos de cabeza hexagonal interior.

c.3) Ejes – cojinetes:

Los ejes están con ajuste fijo ligero en el buje del disco y con encaje de juego libre giratorio en los cojinetes.

Los cojinetes están metidos a presión en los tubos de cojinetes y están compuestos de un cuerpo portador de acero con una superficie de deslizamiento PTFE.

Los casquillos cojinetes no precisan mantenimiento.

c.4) Elementos de Junta:

c.4.1) Junta del Disco:

En el disco de válvula se encuentra un anillo perfilado elástico que en posición de cierre queda apretado a un anillo inoxidable de asiento en el cuerpo. El anillo elástico de junta tiene un perfil especial y es sin fin. Está sujeto al disco de válvula mediante un anillo roscado de apriete. Mediante el anillo roscado de apriete enroscado al disco de válvula puede ser aumentada o disminuida la presión de apriete en el anillo de junta.

c.4.2) Ejes – cojinete interior:

Los ejes se cierran herméticamente a la parte del medio, mediante un collarín. Este elemento de junta representa una junta primaria

c.4.3) Junta hermética del cuerpo–cojinete exterior

En la parte del piñón, el cojinete del eje queda cerrado herméticamente hacia fuera con un segundo collarín. En sentido radial el adaptador se hace hermético hacia el exterior mediante un anillo obturador estático (junta secundaria).

En la parte sin piñón, la tapa del cojinete del eje se cierra herméticamente de forma secundaria hacia el exterior con un anillo obturador toroidal.

d) Instrumentación asociada al control de válvulas.

El sistema posee una serie de elementos periféricos, los que tienen por misión habilitar comandos de control, despliegue de alarmas sonoras y luminosas e indicación de variables de control y posición de válvulas. Tales elementos son:

d.1) Transmisores e indicadores de presión

Estos elementos están ubicados inmediatamente aguas arriba y aguas abajo de cada una de las válvulas de mariposa de este sistema. En total son seis, dos por válvula mariposa.

Su función es la de dar la autorización de abertura para cada una de las válvulas de mariposa, en cuanto estén igualadas las presiones a ambos lados de éstas, luego de haberse llenado con agua mediante las válvulas by-pass. Otra función es la de indicar la presión, en el pupitre de control, como una información para el operador.

d.2.) Interruptores de válvulas by-pass

Estos interruptores están ubicados en cada válvula by-pass, en su interior existen en tres tipos:

d.2.1) Interruptores de torque.

Estos interruptores cumplen como fin el detectar el trabamamiento de la válvula by-pass, tanto cuando esta cerrando, como para cuando esta abriendo, teniendo un interruptor para cada caso. Se utiliza como enclavamiento para el funcionamiento de la válvula by-pass y como indicación luminosa y acústica de él para cuando se produzca este problema, en el pupitre de control y/o tablero de control de caverna según sea el caso.

d.2.2) Interruptores de límite de carrera.

Estos elementos se utilizan para detectar el momento que la válvula ha llegado al final de su carrera, ya sea abierta o cerrada, existiendo uno para cada caso. Su señal es utilizada para enclavar el funcionamiento del motor de válvula, cuando ha llegado a su límite de su carrera y como indicación luminosa en pupitre de control y/o tablero de control de caverna, según sea el caso.

d.2.3) Interruptores de temperatura.

Estos aparatos han sido incorporados, para anunciar cuando una sobrecarga en el motor se ha producido, la que se manifiesta por un alza de la temperatura de éste. Este elemento se ocupa como enclavamiento para el funcionamiento de la válvula by-pass y como una señal audible y luminosa en el pupitre de control y solamente luminosa en el tablero de control caverna, dependiendo de que válvula by-pass se trabee.

d.3) Interruptores de válvulas de mariposa.

Estos interruptores están ubicados en cada válvula de mariposa, a un costado de ellas y son 4 para cada válvula, ellos son:

d.3.1) Interruptor 5° antes de abierta.

Estos elementos cumplen la función para cuando por causa de una filtración pequeña de aceite en el equipo óleo hidráulico, la válvula mariposa tienda a cerrarse, en los 5° antes de abierta se utilizará esta señal para reabrir la válvula mariposa, poniendo en funcionamiento el equipo óleo-hidráulico. En este caso se tiene indicación luminosa en pupitre de control y/o tablero de control de caverna, según sea el caso.

d.3.2) Interruptor 10° antes de abierta.

Este interruptor esta para cuando la filtración en el equipo es demasiado grande, por cuanto el equipo óleo-hidráulico no es capaz de evitar que la válvula de mariposa se cierre por esta filtración, al llegar a la posición 10° antes de abierta, se dará indicación luminosa y acústica en pupitre de control y luminosa en tablero de control de caverna, según sea el caso, para dar aviso al operador de esta falla.

d.3.3) Interruptores de límites de carrera.

Estos elementos se utilizan para detectar cuando la válvula ha llegado al fin de su carrera, ya sea abierta o cerrada, existiendo un interruptor para cada caso. Su señal es utilizada para enclavar el funcionamiento del motor del equipo óleo-hidráulico, para cuando ha abierto la válvula mariposa, y enclavar el funcionamiento de las válvulas solenoides, para cuando la válvula se ha cerrado. La señal es utilizada también como indicación luminosa en pupitre de control y/o tablero de control de caverna, según sea el caso, además de usarse como enclavamiento para la abertura de otras válvulas.

d.4) Transductores de posición en válvula de mariposa.

Estos elementos están ubicados en el eje de la válvula de mariposa y envían una señal proporcional a la posición de la válvula, para indicación en el pupitre de control y/o en tablero de control caverna, según sea el caso.

e) Sistema de accionamiento:

El cilindro hidráulico: sirve de elemento de accionamiento. En caso de impulsión de presión en la parte a llenar, es sacado el vástago de émbolo. Esto causa la apertura de la válvula. A los lados del vástago del émbolo está acoplada la tubería de aspiración de retorno que está unida al recipiente de aceite. Con esto se garantiza que el espacio circundante al vástago de émbolo esté siempre lleno de aceite.

El cierre de la válvula se lleva a cabo mediante el efecto del medio sobre el disco de la válvula y queda apoyado por el contrapeso.

f) Mando:

Accionamiento hidráulico:

Interruptores finales del tipo honeywell 2511 son montados después de una definición en el pedido. Estos interruptores son unidades eléctricas de conexión que dirigen al conjunto a través de relés

2.1.2.- VALVULAS DE CONO O DIFUSORAS, TIPO HOWELL-BUNGER.

a) Diseño

La válvula es totalmente hermética. La carcasa es de acero al carbono laminado y forjado.

Las partes soportantes de sellos de la carcasa son hechas de material inoxidable y recambiables. El recorrido del émbolo entre posición abierta y cerrada es de 600 mm.

Al estar en posición cerrada, el émbolo hace contacto con un anillo sello que está colocado en la carcasa. Un sello elástico se ha previsto mediante un perfil elástico de goma de moldeado especial.

Las uniones de tubos tienen medidas y están perforadas según estándares DIN.

b) Condiciones de empleo/datos para el funcionamiento

Medio	: Agua, temperatura máx. 50 °C
Flujo máx.	: 15 m ³ /seg (flujo al cerrar)
Flujo normal	: Ajustable
Presión de trabajo	: 100 m de columna de agua
Presión máxima	: 200 m de columna de agua
La válvula compuerta abre con una presión diferencial máxima de 10 bar.	
Tiempo de apertura	: 200 seg
Tiempo de cierre	: 200 seg
Prueba de Presión:	
Agua Carcasa	: 20 bar
Cierre	: 13 bar
Prueba de función (estática)	: Abre con 10 bar

Hermeticidad: Tasa de fuga 1, según DIN 3230/3 BN en dirección del flujo (totalmente a prueba de pérdida)

c) Componentes principales

c.1) Carcasa

Construcción soldada con bridas con cuello en el lado de la entrada, sello y anillo de cierre en el lado de salida.

c.2) Émbolo
De material inoxidable. La guía del eje de la válvula está atornillada al anillo del émbolo.

c.3) Cojinete del eje
Los ejes de llave de arco están colocados en el cubo de la guía del émbolo, protegidos por un diafragma de goma y un tubo de protección de material inoxidable. El tubo está provisto de niples de lubricación.
El eje debe ser lubricado por lo menos una vez al mes.

c.4) Sellos

c.4.1) Sello principal
Un anillo elástico de perfil esta adaptado a la salida de la carcasa, puesto mediante un anillo roscado de apriete. Mediante el anillo esta puesto sobre el émbolo, mientras la válvula esta cerrada. El anillo elástico tiene un perfil especial y esta mantenido al anillo del émbolo mediante un anillo de cierre. El anillo de cierre atornillado permite aumentar o reducir la precarga como sea el requerimiento.

c.4.2) Sellos del émbolo
El émbolo esta sellado contra el medio por dos anillos O.

c.4.3) Cojinete del émbolo
El émbolo corre a lo largo de un anillo revestido de bronce.

d) Instrumentación asociada al control de operación de las válvulas de cono o difusoras

d.1) Interruptores
Estos interruptores están ubicados en cada válvula difusora, en su interior y existen en dos tipos:

d.1.1) Interruptores de torque.
Estos interruptores tienen como objetivo, detectar el trabamiento de la válvula difusora, tanto cuando se esta cerrando, como para cuando se esta abriendo, teniendo un interruptor para cada caso. Se utilizan como enclavamiento para el funcionamiento de la válvula difusora y como indicación luminosa y acústica en el pupitre de control para cuando se produzca este problema.

d.1.2) Interruptores de límite de carrera.

Estos elementos se utilizan para detectar cuando la válvula ha llegado al fin de su carrera, ya sea abierta o cerrada, existiendo uno para cada caso. Su señal es utilizada para enclavar el funcionamiento del motor de la válvula, cuando ha llegado a su límite de su carrera y como indicación luminosa en pupitre de control, además de ser utilizados para el enclavamiento de la abertura de las válvulas de mariposa de la casa de válvulas.

d.2) Transductores de posición en válvulas difusoras

Estos elementos están ubicados en el interior de las válvulas difusoras y envían una señal proporcional al porcentaje de abertura de la válvula, el cual es utilizado como indicación en el pupitre de control y como una realimentación para el control a distancia de las válvulas difusoras.

e) Sistema de Accionamiento

La válvula se acciona mediante un engranaje de tornillo sin fin con un engranaje de distribución. El accionamiento esta previsto de suficiente grasa para asegurar que todos los cojinetes serán lubricados cada vez que sea accionado. La posición final del émbolo se fija mediante tornillos de ajuste en la carcasa. Los tornillos se fijan mediante contratueras.

f) Mando

Engranaje y accionamiento eléctrico

Se ha previsto un motor de accionamiento. El mando eléctrico se efectúa mediante relés interruptores límites ubicados en la unidad de mando de accionamiento. El mando de torque directo es posible. (Para una descripción del accionamiento eléctrico, ver la documentación relevante).

ATENCION:

Los interruptores límite del accionamiento eléctrico fueron ajustados en fábrica. No cambie las posiciones respectivas al eje del accionamiento y el eje de la válvula de compuerta durante el transporte, la carga o el montaje del accionamiento. Cualquier desajuste inadvertido de cualquier eje, requiere de un reajuste de los interruptores límites del accionamiento.

2.2. - OPERACIÓN

En este subcapítulo se describirá la forma de operar los elementos de entrega de agua para riego. La operación tiene la alternativa de realizarse manual o automáticamente.

El sistema, tanto en local como en automático, dispone de una secuencia de operación para abertura y cierre de válvulas, esta secuencia debe de ser respetada, pues el sistema esta configurado de tal manera que, cualquier intento que no este en coincidencia con la secuencia aquí descrita, no será operable.

Para seleccionar el modo de operación, debe seleccionarse el modo deseado en el selector de Modos de tres posiciones (AUTOMÁTICO-LOCAL-CIERRE DE EMERGENCIA) en pupitre de control.

Nota: Modo LOCAL corresponde al modo MANUAL

2.2.1.- OPERACIÓN DE VALVULA MARIPOSA DE LA CAVERNA

La válvula de mariposa de 1.600 mm de diámetro, es la válvula de cierre total principal del sistema de entrega de aguas del Embalse Santa Juana.

Al estar cerrada esta válvula, se pueden realizar las actividades de revisión y mantención interior de todos los elementos metálicos ubicados aguas abajo de ella, esto es: La tubería de 1.600 mm; las tuberías de 1.200 mm; las válvulas de mariposa de 1.200 mm y las válvulas Howell-Bunger de 1.200 mm.

La operación de la válvula de mariposa puede ser manual o automática.

Primeramente se describirá la operación manual a objeto de establecer los pasos y secuencia de cada acción, pasos y secuencias que se desarrollan automáticamente en la apertura automática y que solo deben ser observados para verificar su correcto funcionamiento.

Los accionamientos de las válvulas de mariposa son mediante una unidad hidráulica que puede ser operada eléctricamente o manualmente, esta unidad da la presión del aceite hidráulico que acciona el cilindro que mueve el disco de la válvula.

Para el caso del cierre, este se realiza energizando una válvula solenoide que permite vaciar el cilindro hidráulico, liberando la presión ejercida por el contrapeso de la válvula.

Este sistema ha sido diseñado ocupando los últimos adelantos en lo que a sistemas de comando y control se refiere, incorporando la tecnología de los microprocesadores, a través de los "Controladores de Lógica Programables". Hasta ellos convergen todas

las señales venidas desde terreno, las procesa y emite una respuesta acorde a un programa, previamente ingresado en su memoria, el cual responde a las necesidades de control. Estos aparatos tienen la misión de llegar a controlar un proceso en forma automática, tomando decisiones por sí mismos.

La ventaja de estos sistemas es que son altamente versátiles, ocupan poco espacio, se puede modificar su programa y por lo tanto la aplicación, son durables (adaptados a ambientes industriales), fácilmente expandibles y de una alta eficiencia.

En la operación manual el sistema operará con las órdenes que le indique el operador.

OPERACIÓN MANUAL

a) APERTURA MANUAL DE LA VÁLVULA MARIPOSA DE LA CAVERNA

En primer término, señalaremos la metodología general de operación de la válvula de mariposa de la caverna, teniendo presente que en la operación de esta válvula se deben seguir y respetar los pasos que se señalan a continuación. Posteriormente se detalla la apertura de la válvula siguiendo los pasos a través del pupitre de control.

a.1) METODOLOGIA GENERAL DE APERTURA

- a.1.1) Deben igualarse las presiones interiores de la tubería ubicada aguas arriba de la válvula con la de la tubería ubicada aguas abajo de la válvula. Para ello debe pasarse agua desde la tubería de aguas arriba de la válvula a la tubería de aguas abajo de la válvula, accionando las válvulas de by-pass ubicadas en el sistema de by-pass ubicado a un costado de la válvula, hasta llenar de agua la tubería ubicada aguas abajo.
- a.1.2) En el proceso de igualación de presiones, debe verificarse el buen funcionamiento de la válvula de purga de aire, constatando la eliminación de aire.
- a.1.3) La igualación de las presiones se verifica con la lectura de los manómetros ubicadas aguas arriba y aguas abajo de la válvula.
- a.1.4) Una vez igualadas las presiones, se procede a accionar el sistema óleo hidráulico para abrir la válvula de mariposa. Este accionamiento puede ser manual o eléctrico. El sistema manual se realiza accionando la válvula del sistema óleo hidráulico a la posición de apertura, posteriormente se hace fluir

mecánicamente el aceite mediante la manivela ubicada en el sistema óleo hidráulico. Se hace fluir el aceite hasta la apertura total de la válvula, lo que se verifica con la posición del contrapeso de la válvula, el que debe quedar en la posición abierta. Eléctricamente se abre la válvula, posesionando el switch del armario a la posición de apertura y se acciona el switch que da inicio al movimiento del aceite, el que se suspende automáticamente una vez que la válvula esta totalmente abierta.

a.2) APERTURA MANUAL DE LA VALVULA MARIPOSA DE LA CAVERNA A TRAVÉS DEL PUPITRE DE CONTROL

ELEMENTOS DE CONTROL Y COMANDO DE LA VÁLVULA

Los elementos de control y comando del pupitre que se utilizan para la apertura de la válvula mariposa de la caverna son los siguientes:

Selector de Modos

Selecciona el modo de control LOCAL-MANUAL o AUTOMATICO y el CIERRE DE EMERGENCIA.

Válvula By-pass Caverna

Se comanda, en modo local, con botoneras PARAR-CERRAR-ABRIR, en tablero de control TDF y C-B en caverna.

Válvula de Mariposa Caverna

Se comanda, en modo local, de forma diferente la apertura (Modo Automático) y el cierre (Cerrando) de la válvula:

Abertura de válvula de mariposa caverna

Se comanda desde botonera PARTIR-PARAR, en tablero de control TDF y C-B en caverna.

Supongamos que el sistema esta completamente cerrado y queremos iniciarlo en modo manual.

- a.2.1) Seleccionar en selector de modos, posición "LOCAL". Seleccionar en selector de vías, la vía a ocupar, "VÍA 1 o VÍA 2". Verificar que todos los

selectores pertenecientes a las válvulas solenoides, estén en la posición "DETENER", tanto los del pupitre de control, como el del tablero de control de la caverna. Verificar que los selectores ubicados en las válvulas difusoras, estén en la posición REMOTO.

- a.2.2) Dirigirse hasta el tablero de control caverna, en el que se deben constatar que estén las siguientes indicaciones presentes:
 - Válvula By-pass CERRADA
 - Válvula mariposa CERRADA
- a.2.3) Antes de cualquier maniobra se debe llenar con agua el espacio existente, en la cañería, entre la válvula de mariposa caverna y válvula de mariposa en casa de válvulas, mediante la abertura de la válvula by-pass caverna.
- a.2.4) Ubicar el set de botoneras, PARAR, CERRAR, ABRIR, de la válvula by-pass caverna. Abrir la válvula by-pass caverna, presionando el botón ABRIR, se apaga el indicador de válvula CERRADA y se enciende en forma intermitente el indicador de válvula ABIERTA, indicando que la válvula se esta abriendo, esta se detendrá en forma automática cuando este completamente abierta, el indicador de la válvula ABIERTA deja de destellar, para quedar con indicación fija. Si existiere algún problema en el intertanto, esta maniobra es fácilmente retrocedible presionando primero el botón PARAR y luego el botón CERRAR.
- a.2.5) Durante esta maniobra, observar el indicador de PRESIONES IGUALADAS, en el tablero de control caverna, el cual, al igualarse las presiones, producto del llenado de la cañería con agua, se encenderá. Una vez ocurrido esto, significa que se puede abrir la válvula mariposa caverna y cerrar la válvula by-pass caverna. Para cerrar la válvula by-pass de caverna, presionar el botón CERRAR, se apaga el indicador de válvula by-pass ABIERTA y se enciende el indicador válvula by-pass CERRADA en forma intermitente para indicar que la válvula se esta cerrando, el cual queda fijo al llegar al final de su carrera.
- a.2.6) Para abrir la válvula de mariposa de caverna, es necesario que estén igualadas las presiones, antes y después de la válvula de mariposa, ver puntos anteriores. La operación se realiza mediante los botones PARTIR-PARAR correspondiente al equipo óleo-hidráulico de esta válvula, ubicados en el tablero de control caverna.
- a.2.7) Presionar el botón PARTIR; se energiza el motor de la bomba hidráulica, que acciona el pistón que acciona la válvula mariposa, se apaga el indicador de la válvula CERRADA. Este motor se detendrá en forma automática al llegar al final de la carrera de abertura de la válvula, al accionarse el interruptor de

límite de carrera válvula ABIERTA, dando esta indicación. Esta maniobra, ante cualquier problema que se produzca, es posible de retrocederla atrás en cualquier momento, ya sea en el instante que se esta abriendo la válvula o después, cuando ya este abierta, usando primero el botón PARAR del equipo óleo-hidráulico (cuando se esta abriendo, lo que detiene el equipo) y luego llevando a la posición CERRAR, el selector de las VALVULAS SOLENOIDES, ubicando en el mismo tablero, o el selector que esta ubicado en el pupitre de control destinado a la válvula mariposa caverna, esta acción se ratifica encendiéndose el indicador correspondiente a VALVULAS SOLENOIDES ENERGIZADAS. (Siempre que sea necesario de realizar esta operación, hay que cerciorarse que una vez finalizada esta, se deben reubicar los selectores de válvulas solenoides energizadas, desde la posición CERRAR a la posición DETENER, para reiniciar las maniobras para apertura).

b) CIERRE MANUAL DE LA VÁLVULA MARIPOSA DE LA CAVERNA

b.1) METODOLOGIA GENERAL DE CIERRE

- b.1.1) Para proceder a cerrar la válvula, debe verificarse que la entrega de agua se ha suspendido totalmente, es decir, debe estar cerrada la válvula de Howell-Bunger.
- b.1.2) Debe accionarse el sistema óleo hidráulico para cerrar la válvula. Este accionamiento puede ser manual o eléctrico. Manualmente se realiza accionando la válvula del sistema óleo hidráulico a la posición de cierre, posteriormente se hace fluir mecánicamente el aceite mediante la manivela ubicada en el sistema óleo hidráulico. Se hace fluir el aceite hasta el cierre total de la válvula, lo que se verifica con la posición del contrapeso de la válvula, el que debe quedar en la posición cerrada. Eléctricamente se cierra la válvula, posicionando el switch del armario a la posición de cierre y se acciona el switch que da inicio al movimiento del aceite, el que se suspende automáticamente una vez que la válvula esta totalmente cerrada.

b.2) CIERRE MANUAL DE LA VALVULA MARIPOSA DE LA CAVERNA A TRAVÉS DEL PUPITRE DE CONTROL

ELEMENTOS DE CONTROL Y COMANDO DE LAS VÁLVULAS

Cierre de la Válvula Mariposa Caverna

Se comanda desde selector de tres posiciones UPS-(Cortar en caso de corte de energía)-DETENER-CERRAR, en tablero de control TDF y C-B, en caverna y desde selector de tres posiciones UPS-DETENER-CERRAR, en pupitre de control.

Para una operación normal de cierre de las válvulas, se debe seguir el siguiente procedimiento, en modo LOCAL:

- b.2.1) El cierre, por programa, se da en forma secuencial, partiendo desde la válvula difusora, pasando por la válvula mariposa vía 1 o 2, dependiendo de que vía se escogió, hasta llegar a la válvula mariposa caverna.
- b.2.2) Presionar el botón CERRAR, de la válvula difusora perteneciente a la vía escogida. Se cierra la válvula difusora, se enciende indicación de la válvula CERRADA. Esto habilita el control para poder cerrar la válvula mariposa de la vía correspondiente. Cualquier intento por cerrar la válvula mariposa, sin que se haya cerrado la válvula difusora, esta inhabilitado por programa en el PLC.
- b.2.3) Una vez cerrada la válvula difusora, ubicar el selector VÁLVULAS SOLENOIDES, correspondiente y llevarlo a la posición CERRAR, se enciende la indicación de VALVULAS SOLENOIDES ENERGIZADAS. Comienza a cerrarse la válvula mariposa, se apaga la indicación de válvula ABIERTA. (Toda maniobra en modo MANUAL, ha sido programada de manera que sea siempre posible deshacer, por lo que, para el caso que se este cerrando la válvula mariposa y se desee volver a abrir, debe tomarse la precaución de que siempre se cambie el selector VÁLVULAS SOLENOIDES, desde la posición CERRAR a DETENER, antes de operar el equipo óleo-hidráulico).
- b.2.4) Habiéndose cerrado la válvula mariposa de la vía escogida, el control autoriza para que se pueda cerrar la válvula mariposa de la caverna, lo que se puede hacer sin necesidad de ir hasta la caverna, sino que desde el selector ubicado en el pupitre de control en el sector correspondiente, llevándolo este a la posición de CERRAR.

Válvula de Caverna. Para cerrar si está en AUTOMÁTICO cambiar a LOCAL MANUAL y CERRANDO.

OPERACIÓN AUTOMÁTICA

c) APERTURA AUTOMÁTICA DE LA VÁLVULA MARIPOSA DE LA CAVERNA

El accionamiento automático de la válvula de mariposa de 1.600 mm puede realizarse desde el pupitre ubicado en la caverna o del pupitre ubicado en la casa de válvulas.

El accionamiento desde los pupitres es idéntico.

La apertura de la válvula en forma automática es simple, solo hay que posicionar el switch del pupitre en la posición de apertura y automáticamente se accionarán las válvulas del sistema de by-pass para igualar las presiones de las tuberías ubicadas aguas arriba y aguas abajo de la válvula. Automáticamente verificará la igualación de presiones e iniciará la apertura de la válvula accionando el sistema óleo hidráulico. Automáticamente se detendrá cuando la válvula quede en su posición de apertura total.

d) CIERRE AUTOMÁTICO DE LA VÁLVULA MARIPOSA DE LA CAVERNA

El cierre de la válvula en forma automática, también es simple, solo hay que posicionar el switch del pupitre en la posición de cierre y automáticamente se accionará el sistema óleo hidráulico hasta cerrar totalmente la válvula, momento en el cual se detendrá totalmente la acción de cierre de la válvula.

Para una operación normal de cierre de las válvulas se debe seguir el siguiente procedimiento, en modo AUTOMÁTICO:

Seleccionar en selector de VÍAS la posición CIERRE NORMAL, el sistema comenzará a cerrarse en forma secuencial partiendo desde la válvula difusora, hasta la válvula mariposa caverna, en forma automática.

e) CIERRE DE EMERGENCIA.

Ante una situación considerada como de emergencia, se dispone de un cierre de emergencia, el cual cierra en forma simultánea todas las válvulas del sistema. Este cierre se realiza seleccionando, en selector de modos, CIERRE DE EMERGENCIA.

f) VACIADO DEL EMBALSE.

El sistema de control esta programado de manera de permitir que en alguna oportunidad se puedan operar ambas vías, como una acción muy esporádica y que se realizaría por un período muy corto.

Esta operación se realizaría de la siguiente manera, suponiendo que el sistema esta trabajando normalmente y se desea vaciar el embalse:

Supongamos que el sistema se encuentra trabajando por la VÍA 1, en modo AUTOMATICO.

- Cambiar el selector de modos de AUTOMÁTICO a LOCAL.
- Cambiar el selector de vías de la VÍA 1 a la VÍA 2. (se cierra válvula difusor que estaba operando)
- Abrir válvula by-pass de la VÍA 2.
- Esperar que se encienda el indicador de PRESIONES IGUALADAS.
- Igualándose las presiones, cerrar la válvula by-pass de la VÍA 2.
- Abrir la válvula mariposa de la VÍA 2.
- Cambiar el selector ubicado en las válvulas difusoras desde la posición REMOTO a la posición LOCAL, en ambas válvulas se supone que una esta en reposo y otra esta abierta en algún porcentaje.
- Abrir en forma MANUAL las dos válvulas difusoras.

OPERACIÓN MANUAL (Eléctrica local)

Una vez superada la necesidad de vaciar el embalse se procederá de la siguiente manera:

- Seleccionar la vía a usar en operación normal.
- Seleccionar el modo de operación LOCAL o AUTOMÁTICO.

- Dirigirse hasta las válvulas difusoras, para normalizar la operación de estas válvulas, cambiando el selector instalado en ellas, de la posición LOCAL a la posición REMOTO. Inmediatamente se cerrará la válvula de la vía no escogida, y la otra válvula se posicionará, si esta el selector de modos en AUTOMÁTICO, en la posición que le indique el PLC, de acuerdo al seteo mediante potenciómetro, o se quedará en la misma posición, si el selector de modos esta en la posición LOCAL/MANUAL, situación en la que el operador debe posicionar la vía botones desde el pupitre de control.

2.2.2.- OPERACIÓN DE VALVULAS MARIPOSA Y DIFUSORAS DE LA CASA DE VALVULAS

Al igual en la apertura, en la operación manual de apertura y cierre operará con las órdenes que le indique el operador,

OPERACIÓN MANUAL

a) APERTURA MANUAL DE LAS VÁLVULAS MARIPOSA Y DIFUSORAS DE LA CASA DE VÁLVULAS

Al igual que en el subcapítulo de la válvula de mariposa de la caverna, señalaremos la metodología general de operación de las válvulas de mariposa y difusoras de la casa de válvulas, teniendo presente que en la operación de esta válvula se deben seguir y respetar los pasos que se señalan a continuación. Posteriormente se detalla la apertura de la válvula siguiendo los pasos a través del pupitre de control.

a.1) METODOLOGIA GENERAL DE APERTURA

- a.1.1) Deben igualarse las presiones interiores de la tubería ubicada aguas arriba de la válvula con la de la tubería ubicada aguas debajo de la válvula. Para ello debe pasarse agua desde la tubería de aguas arriba de la válvula a la tubería de aguas debajo de la válvula, accionando las válvulas de by-pass ubicadas en el sistema de by-pass ubicado a un costado de la válvula, hasta llenar de agua la tubería ubicada aguas abajo.
- a.1.2) En el proceso de igualación de presiones, debe verificarse el buen funcionamiento de la válvula de purga de aire, constatando la eliminación de aire.
- a.1.3) La igualación de las presiones se verifica con la lectura de los manómetros ubicadas aguas arriba y aguas abajo de la válvula.
- a.1.4) Una vez igualadas las presiones, se procede a accionar el sistema óleo hidráulico para abrir la válvula de mariposa. Este accionamiento puede ser manual o eléctrico. El sistema manual se realiza accionando la válvula del sistema óleo hidráulico a la posición de apertura, posteriormente se hace fluir mecánicamente el aceite mediante la manivela ubicada en el sistema óleo hidráulico. Se hace fluir el aceite hasta la apertura total de la válvula, lo que se verifica con la posición del contrapeso de la válvula, el que debe

quedar en la posición abierta. Eléctricamente se abre la válvula, posesionando el switch del armario a la posición de apertura y se acciona el switch que da inicio al movimiento del aceite, el que se suspende automáticamente una vez que la válvula esta totalmente abierta.

- a.1.5) Una vez abierta la válvula mariposa, se puede abrir la válvula de cono o difusora al porcentaje definido por el operador.

a.2) APERTURA MANUAL DE LAS VALVULAS MARIPOSA Y DIFUSORAS DE LA CASA DE VÁLVULAS A TRAVÉS DEL PUPITRE DE CONTROL

ELEMENTOS DE CONTROL Y COMANDO DE LA VÁLVULA

Los elementos de control y comando del pupitre que se utilizan para la apertura de la válvula mariposa de la caverna son los siguientes:

Válvula By-pass Casa de válvulas

Se comanda, en modo local, con botoneras PARAR-CERRAR-ABRIR, en tablero de control TDF y C-B en casa de válvulas.

Abertura de Válvula de Mariposa Casa de Válvulas

Se comanda desde botonera PARTIR-PARAR, en pupitre de control.

potenciómetro 0-15 m3/seg

Existe uno para cada vía, fija el set point de control de flujo requerido, en modo automático, regulando la abertura de las válvulas difusoras.

- a.2.1) Habiéndose abierto la válvula mariposa de la caverna, se esta en condiciones de operar las válvulas de la CASA DE VÁLVULAS.
- a.2.2) Dirigirse hasta el pupitre de control, ubicado en la sala de control, Casa de Válvulas. En él debemos tener las siguientes indicaciones:

• Válvulas By-pass Vía 1	CERRADA
• Válvulas By-pass Vía 2	CERRADA
• Válvulas Mariposa Vía 1	CERRADA
• Válvulas Mariposa Vía 2	CERRADA
• Válvulas Difusora Vía 1	CERRADA
• Válvulas Difusora Vía 2	CERRADA

- a.2.3) Seleccionar la vía que se desea abrir.
- a.2.4) De acuerdo a selección realizada, indicada en el punto N° 3, ubicar los botones de la válvula By-pass correspondiente a la vía seleccionada, PARAR-CERRAR-ABRIR, para operarlas con el fin de llenar el espacio existente entre la válvula mariposa de la vía seleccionada y la válvula difusora correspondiente.
- a.2.5) Abrir la válvula by-pass de la vía seleccionada, presionando el botón ABRIR, se apaga el indicador de válvula CERRADA y se enciende en forma intermitente el indicador de válvula ABIERTA, indicando que la válvula se esta abriendo, esta se detendrá en forma automática cuando este completamente abierta, el indicador de válvula ABIERTA deja de destellar, para quedar con indicación fija. Si existiere algún problema en el intertanto, esta maniobra es fácilmente retrocedible presionando primero el botón PARAR y luego el botón CERRAR.
- a.2.6) Durante esta maniobra, observar el indicador de PRESIONES IGUALADAS, de la vía escogida, en el pupitre de control, el cual, al igualarse las presiones, producto del llenado de la cañería con agua, se encenderá. Una vez ocurrido esto, significa que se puede abrir la válvula mariposa de la vía correspondiente y cerrar la válvula by-pass. Para cerrar la válvula by-pass, presionar el botón CERRAR, se apaga el indicador de válvula by-pass ABIERTA y se enciende el indicador de válvula by-pass CERRADA en forma intermitente para indicar que la válvula se esta cerrando, el cual al llegar al final de su carrera, queda con indicación fija de válvula CERRADA nuevamente.
- a.2.7) Para abrir la válvula Mariposa, se da el mismo procedimiento ocupado en la válvula mariposa de caverna. Es necesario que esté presente la indicación de PRESIONES IGUALADAS, dada al haber equilibrio de presiones, antes y después de la válvula mariposa. La operación se realiza mediante los botones PARTIR-PARAR correspondiente al equipo óleo-hidráulico de la vía escogida.
- a.2.8) Presionar el botón PARTIR; se energiza el motor de la bomba hidráulica, que acciona el pistón de la válvula mariposa, se apaga el indicador de válvula CERRADA. Este motor se detendrá en forma automática al llegar al final de la carrera de abertura de la válvula, al accionarse el interruptor de límite de carrera de válvula ABIERTA, dando esta indicación. Esta maniobra, ante cualquier problema que se produzca, es posible de retrocederla en cualquier momento, ya sea en el instante que se esta abriendo la válvula mariposa, o después, cuando ya esta abierta, usando primero el botón PARAR del equipo óleo-hidráulico (cuando se esta abriendo, lo que detiene el equipo) y luego

llevando a la posición CERRAR, el selector de las VALVULAS SOLENOIDES, ubicado en el pupitre de control, para la válvula mariposa de la vía seleccionada, esta acción se ratifica encendiéndose el indicador correspondiente a VÁLVULAS SOLENOIDES ENERGIZADAS, de esa vía (siempre que sea necesario de realizar esta operación, hay que cerciorarse, que una vez finalizada esta, se debe reubicar el selector de válvulas Solenoides Energizadas, desde la posición CERRAR a la posición DETENER, para reiniciar las maniobras para apertura)

- a.2.9) Cualquier acción que se realice, para intentar abrir las válvulas de la vía NO escogida, esta inhabilitada, por medio de las instrucciones entregadas al PLC.
- a.2.10) En este instante se esta en condiciones de poder abrir la válvula difusora de la vía escogida.
- a.2.11) Ubicar, en el pupitre de control, los botones correspondientes a la válvula difusora, de la vía seleccionada, PARAR-CERRAR-ABRIR.
- a.2.12) Presionar el botón ABRIR, comienza a abrirse la válvula difusora y se apaga la indicación de la válvula difusora CERRADA. Por medio del botón PARAR, es posible detener la válvula difusora en cualquier posición intermedia que se necesite.

b) CIERRE MANUAL DE LAS VÁLVULAS MARIPOSA Y DIFUSORAS DE LA CASA DE VÁLVULAS

b.1) METODOLOGIA GENERAL DE CIERRE

- b.1.1) Debe cerrarse primeramente la válvula de Howell-Bunger y suspender totalmente la entrega de agua.
- b.1.2) Una vez cerrada la válvula difusora, debe accionarse el sistema óleo hidráulico para cerrar la válvula mariposa. Este accionamiento puede ser manual o eléctrico. Manualmente se realiza accionando la válvula del sistema óleo hidráulico a la posición de cierre, posteriormente se hace fluir mecánicamente el aceite mediante la manivela ubicada en el sistema óleo hidráulico. Se hace fluir el aceite hasta el cierre total de la válvula, lo que se verifica con la posición del contrapeso de la válvula, el que debe quedar en la posición cerrada. Eléctricamente se cierra la válvula, posicionando el switch del armario a la posición de cierre y se acciona el

switch que da inicio al movimiento del aceite, el que se suspende automáticamente una vez que la válvula esta totalmente cerrada.

b.2) CIERRE MANUAL DE LA VALVULA MARIPOSA Y DIFUSORA DE LA CASA DE VÁLVULAS A TRAVÉS DEL PUPITRE DE CONTROL

ELEMENTOS DE CONTROL Y COMANDO DE LAS VÁLVULAS

Válvulas By-pass casa de válvulas

Se comanda en modo local, de forma diferente en la apertura y el cierre de las válvulas:

Cierre de la válvula de Mariposa Casa de Válvulas

Se comanda desde selector de tres posiciones UPS-DETENER-CERRAR, en pupitre de control, uno para cada válvula mariposa, vía 1 y 2.

Válvulas Difusoras

Se comanda en modo local, desde pupitre de control, por medio de botoneras PARAR-CERRAR-ABRIR. Para el modo manual se comanda desde motor en la misma válvula o por la manivela.

Para una operación normal de cierre de las válvulas, se debe seguir el siguiente procedimiento, en modo LOCAL:

- b.2.1) El cierre, por programa, se da en forma secuencial, partiendo desde la válvula difusora, pasando por la válvula mariposa vía 1 o 2, dependiendo de que vía se escogió, hasta llegar a la válvula mariposa caverna.
- b.2.2) Presionar el botón CERRAR, de la válvula difusora perteneciente a la vía escogida. Se cierra la válvula difusora, se enciende indicación de la válvula CERRADA. Esto habilita el control para poder cerrar la válvula mariposa de la vía correspondiente. Cualquier intento por cerrar la válvula mariposa, sin que se haya cerrado la válvula difusora, esta inhabilitado por programa en el PLC.
- b.2.3) Una vez cerrada la válvula difusora, ubicar el selector VÁLVULAS SOLENOIDES, correspondiente y llevarlo a la posición CERRAR, se

enciende la indicación de VALVULAS SOLENOIDES ENERGIZADAS. Comienza a cerrarse la válvula mariposa, se apaga la indicación de válvula ABIERTA. (Toda maniobra en modo MANUAL, ha sido programada de manera que sea siempre posible deshacer, por lo que, para el caso que se este cerrando la válvula mariposa y se desee volver a abrir, debe tomarse la precaución de que siempre se cambie el selector VÁLVULAS SOLENOIDES, desde la posición CERRAR a DETENER, antes de operar el equipo óleo-hidráulico).

OPERACIÓN AUTOMATICA

c) APERTURA AUTOMATICA DE LAS VÁLVULAS MARIPOSA Y DIFUSORAS DE LA CASA DE VÁLVULAS

- c.1) Al estar abierta completamente abierta la válvula mariposa de la caverna, se enciende la indicación de válvula ABIERTA, en ese momento comienza a cerrarse la válvula by-pass caverna, apagándose la luz indicadora de válvula by-pass ABIERTA y encendiéndose, en forma intermitente, la indicación de válvula by-pass CERRADA, la que, al llegar al final de su carrera, queda fija.
- c.2) Posteriormente se comienza a abrir la válvula by-pass de la vía escogida, se apaga la indicación de válvula CERRADA, se enciende la indicación de válvula ABIERTA en forma intermitente, hasta llegar a abrirse completamente, donde queda fija.
- c.3) Igualándose las presiones a ambos lados de la válvula mariposa de la vía escogida, se enciende la indicación de PRESIONES IGUALADAS, en sector correspondiente al de la vía escogida. Junto con esto, se abre la válvula mariposa pertinente; se apaga la indicación de válvula mariposa CERRADA, al llegar al final de su carrera, se enciende la indicación de válvula mariposa ABIERTA.
- c.4) Abierta la válvula mariposa en un 100%, se comienza a abrir la válvula difusora en un porcentaje de modo de obtener el flujo seteado en el potenciómetro. El control vía PLC tenderá a mantener el flujo deseado, por medio del porcentaje de abertura de la válvula, el cual dependerá de la presión de agua existente en la cañería de la vía escogida.

d) CIERRE AUTOMATICO DE LAS VÁLVULAS MARIPOSA Y DIFUSORAS DE LA CASA DE VÁLVULAS

El cierre de la válvula en forma automática, también es simple, solo hay que posicionar el switch del pupitre en la posición de cierre y automáticamente se accionará el sistema óleo hidráulico hasta cerrar totalmente la válvula, momento en el cual se detendrá totalmente la acción de cierre de la válvula.

Para una operación normal de cierre de las válvulas se debe seguir el siguiente procedimiento, en modo AUTOMATICO:

Seleccionar en selector de VÍAS la posición CIERRE NORMAL, el sistema comenzará a cerrarse en forma secuencial partiendo desde la válvula difusora, hasta la válvula mariposa caverna, en forma automática.

e) CAMBIO DE VÍA EN MODO AUTOMATICO.

Si durante la operación normal del sistema existe la necesidad de cambiar de vía, esto se puede realizar de la siguiente manera:

Seleccionar el flujo en la vía a usar.

- Cambiar el selector de VÍAS a la vía deseada.
- El sistema en forma automática cierra las válvulas de las vías no escogidas y abre la vía seleccionada.

2.2.3.- OPERACIÓN PREVENTIVA DE VALVULAS MARIPOSA Y DIFUSORAS Y OTROS

Con el objeto de comprobar el buen estado de los elementos del embalse, a pesar que se cumpla con el programa de mantención preestablecido, deben ejecutarse actividades de operación de los elementos de carácter preventivo. Estas operaciones preventivas deben realizarse en los siguientes elementos:

- Válvulas de Mariposa. Las válvulas de mariposa, de la caverna y de la casa de válvulas, deben abrirse y cerrarse como mínimo una vez al mes. Al realizar esta operación deben observarse detalladamente el accionamiento de cada uno de sus elementos y registrar en una bitácora, que debe llevarse para cada

elemento, si estas han funcionado correctamente o se observa alguna anomalía en su funcionamiento. De observarse alguna anomalía, además de dejarse registrado, deben realizarse las mantenciones correspondientes o cambiarse los elementos que pudiesen presentar fallas.

- ❑ Válvulas difusoras o Howell-Bunger. Las válvulas difusoras o Howell-Bunger deberán operarse preventivamente con la misma frecuencia con que se operaran las válvulas de mariposa. También debe llevarse una bitácora de control de estas operaciones preventivas y ejecutarse las mantenciones necesarias en la eventualidad de observarse alguna anomalía o cambiarse los elementos que pudiesen presentar fallas.
- ❑ Al operar las válvulas de mariposa y difusoras, debe observarse a su vez el funcionamiento de los pupitres de control remoto. De fallar estos pupitres, debe recurrirse a la asistencia técnica especializada en dichos elementos electrónicos
- ❑ Mecanismos de izamiento de la caverna y casa de válvulas. Al igual que las válvulas, los mecanismos de izamiento de la caverna y casa de válvulas deben operarse como mínimo una vez al mes, para comprobar su buen funcionamiento y /o para detectar alguna anomalía en ellos. De detectarse alguna anomalía, esta debe repararse o reemplazar el elemento que este fallando.
- ❑ Sistema de ventilación de la Caverna. El sistema de ventilación de la caverna también debe operarse preventivamente. Debe llevarse una bitácora de control de estas operaciones preventivas y ejecutarse las mantenciones necesarias en la eventualidad de observarse alguna anomalía o cambiarse los elementos que pudiesen presentar fallas.

2.3 MANTENCION

La mantención de las válvulas mariposa, sean estas de 1.600 o 1.200 mm es similar, por lo tanto en este subcapítulo de detallarán las mantenciones en dos grandes grupos, como son las válvulas mariposas y las válvulas de cono o difusoras.

Además de las mantenciones, se describirá el sistema de control, enclavamientos y alarmas con que cuenta el sistema de apertura y cierre de las válvulas de entrega de agua para riego.

2.3.1. - CONTROLES

Todos los equipos disponen de elementos de control y que se describen a continuación:

- Válvulas de Mariposa: tienen controles de posición que indican 5° antes de abierta y 10° antes de abierta. Existe una indicación porcentual de su apertura y de la condición abierta o cerrada de la válvula.
- Equipos oleohidráulicos: estos equipos tienen indicación de equipo en prueba que es para operación manual, operando (abriendo válvula de mariposa) y válvula solenoide energizada que es cuando se libera la presión del cilindro hacia el estanque y se cierra la válvula de mariposa.
- Válvulas by-pass: Estos equipos tienen indicación de válvula abriendo, válvula cerrando, trancada abriendo y trancada cerrando. Además existe una indicación de presiones igualadas que permite liberar el enclavamiento para la operación de la válvula de mariposa correspondiente.
- Válvula difusora: Estos equipos tienen indicación de posición, válvula abierta, válvula cerrada, trancada abriendo, trancada cerrando. La apertura se controla automáticamente, considerando la presión aguas arriba de la válvula mariposa, el caudal requerido y la curva de descarga de la válvula que se encuentra incorporada en el PLC.

2.3.2. - ENCLAVAMIENTOS.

Existen enclavamientos en modo automático para:

1. Abrir válvulas de mariposa que deben estar con presiones igualadas a ambos lados de la válvula.

2. La válvula difusora solo se abre si la válvula de mariposa de 1.600 mm y de 1.200 mm están abiertas.
3. La válvula de mariposa de 1.200 mm no abre si no está abierta la válvula de mariposa de 1.600 mm.
4. La válvula de mariposa de 1.600 mm no se abre si la (s) válvula (s) de mariposa (s) de 1.200 mm está o están abiertas.
5. La orden de cierre de emergencia de las válvulas se mantiene y no se puede revertir ya que las unidades hidráulicas están enclavadas.

En modo LOCAL-MANUAL existen los siguientes enclavamientos:

1. Las válvulas de mariposa no pueden operar si no existen presiones igualadas a ambos lados de la mariposa.
2. La válvula de mariposa de 1.600 mm no abre sino están cerradas las válvulas de mariposa de 1.200 mm.
3. La válvula de mariposa de 1.200 mm no se puede abrir sino esta abierta la válvula mariposa de 1.600 mm.
4. Las válvulas difusoras se pueden operar con control local aunque las válvulas de 1.200 mm se encuentren cerradas.
5. Las ordenes de cierre que se dan en forma individual siguen el orden secuencial.

2.3.3. - DETECCION DE ANOMALÍAS DEL SISTEMA

En el sistema se han configurado una serie de alarmas de manera de mantener informado al operador de cualquier anomalía que se produzca en él.

Las alarmas disponibles son las siguientes:

a) Válvulas by-pass.

- Alarma de válvula TRANCADA EN CIERRE: se enciende luz indicadora y alarma sonora correspondiente a la válvula afectada. Operar las válvulas manualmente (operación eléctrica local), según el procedimiento indicado en el punto “VACIADO DEL EMBALSE”, sin embargo se puede realizar un reseteo desde el pupitre de control mediante PLC.
Las alarmas visuales y sonoras del sistema se detendrán una vez eliminada la falla. Si se desea silenciarlas aún con la falla existente se tiene que llevar la llave del PLC a la posición “STOP” y luego de solucionar los problemas llevar la llave del PLC a la posición “RUN”.

- Alarma de válvula TRANCADA EN APERTURA: se enciende luz indicadora y alarma sonora correspondiente a la válvula afectada. . Operar las válvulas manualmente (operación eléctrica local), según el procedimiento indicado en el punto “VACIADO DEL EMBALSE”, sin embargo se puede realizar un reseteo desde el pupitre de control mediante PLC.
Las alarmas visuales y sonoras del sistema se detendrán una vez eliminada la falla. Si se desea silenciarlas aún con la falla existente se tiene que llevar la llave del PLC a la posición “STOP” y luego de solucionar los problemas llevar la llave del PLC a la posición “RUN”.
- Alarma SOBRECARGA DE MOTOR de válvula: se enciende luz indicadora y alarma sonora correspondiente a la válvula afectada.
Cuando ocurre se detecta un sobrecalentamiento del motor de la válvula, se debe detener la operación del motor en forma inmediata y verificar la causa del problema.

b) Válvulas mariposa.

- Alarma de un 5° antes de abierta: se enciende luz indicadora y alarma acústica, reposición automática de abertura de válvula.
Ocurre en caso de filtraciones en el equipo óleo-hidráulico, en que la válvula estando abierta, se devuelve un 5°, se repone en forma automática al funcionar el equipo óleo-hidráulico.
- Alarma de un 10° antes de abierta: se enciende luz indicadora y alarma acústica, que se resetea mediante orden CERRAR desde selector VÁLVULAS SOLENOIDES.
Ocurre cuando existe una falla mayor en el equipo óleo-hidráulico, en que la válvula estando abierta comienza a cerrarse y llegar a la posición de un 10° antes de abierta. En este caso se resetean las alarmas con una orden de cerrar desde el selector de válvulas.

c) Válvulas difusoras

- Alarma de válvula TRANCADA EN CIERRE: se enciende luz indicadora y alarma sonora correspondiente a la válvula afectada.
- Alarma de válvula TRANCADA EN APERTURA: se enciende luz indicadora y alarma sonora correspondiente a la válvula afectada.

d) Corte de señal de presión

- En caso de que se produzca una interrupción en la señal de presión, se dará una alarma acústica, en pupitre de control, de la válvula correspondiente a esa señal de presión.
Ocurre cuando se detecta un corte o desconexión en el cable de señal de presión. Se debe detectar la falla y reponerla.

e) Señal de sobrecaudal

Este Sistema lleva incorporado un interruptor mecánico para detectar el sobrecaudal, producido por una rotura de la cañería, este está ubicado en la caverna aguas abajo de la válvula mariposa, al producirse esta situación, el interruptor cierra la válvula mariposa caverna, sobrepasando todo control eléctrico y envía una señal hasta el pupitre de SOBRECAUDAL. El hecho de que no sea por control eléctrico el cierre de la válvula, trae como consecuencia que se activen las señales 5° y 10° antes de abiertas con sus respectivas alarmas acústicas, por tal motivo es necesario que el operador realice el procedimiento antes descrito en el punto FILTRACIONES EN EL EQUIPO OLEOHIDRÁULICO.

f) Filtraciones en el equipo óleo-hidráulico.

En el caso de que se produzcan filtraciones en el equipo óleo-hidráulico, de cualquiera de las válvulas mariposa, lo que provocaría el cierre de la válvula mariposa, el control responderá de la siguiente manera:

- Al empezar a cerrarse, producto de la filtración y al llegar a la posición 5° antes de abierta, se enciende en forma intermitente la indicación de 5° ANTES DE ABIERTA, el sistema de control ordenará abrir la válvula correspondiente, energizando el motor del equipo óleo-hidráulico pertinente y así reponer la posición de ABIERTA de la válvula.
- Si la filtración fuese demasiado grande, como para mantener abierta la válvula, aún con el equipo óleo-hidráulico funcionando, esta accionará el interruptor de 10° antes abierta, se enciende indicación de 10° ANTES DE ABIERTA y alarma acústica en forma intermitente, como una manera de llamar la atención del operador,

quién deberá pasar el sistema a modo MANUAL, realizar el cambio de vía correspondiente y reconocer la alarma, dando la orden de CERRAR de la válvula afectada, mediante el selector de VALVULAS SOLENOIDES, para así poder realizar la revisión adecuada a la válvula en problemas.

2.3.4.- Mantención de las Válvulas de mariposa

a) Mantenimiento, inspección:

La válvula de cierre trabaja libre de mantenimiento. No está previsto ningún punto de engrase.

Intervalo de mantenimiento – medio año o según las necesidades de funcionamiento.

La válvula debe ser movida mediante el sistema de accionamiento una vez al mes en un ciclo completo (apertura – cierre).

Debe llevarse a cabo una inspección ocular anual completa. En cada inspección preventiva se deben realizar marchas de prueba.

No deben aparecer fuga alguna o corrosiones en las partes de la válvula o del sistema de accionamiento.

b) Averías y su reparación:

Si todas las conexiones y enlaces están hechos en la debida forma, está garantizado el funcionamiento seguro de la válvula.

A consecuencia de sucesos imprevistos (también si tienen lugar sucesos no contenidos en el volumen de pedido) pueden ocurrir averías.

b.1) Averías eléctricas:

En los reglamentos de funcionamiento y de mantenimiento para el equipamiento eléctrico se citan medidas para la reparación de averías, siempre que éstas no superen el marco de los conocimientos generales del personal. Si la avería supera los conocimientos generales del personal, debe contratarse personal especializado en este tipo de aparatos.

b.2) Averías mecánicas :

A consecuencia de las grandes seguridades en el dimensionamiento de la construcción, este tipo de averías son solo posibles debido al manejo inadecuado o a causa de

sucesos imprevistos. Si a pesar de esto aparecen averías, debe consultarse al suministrador.

c) Piezas de desgaste:

c.1) Eléctricas:

Interruptor y contactos son piezas normalizadas suministrables (excepto construcciones especiales)

c.2) Mecánicas:

Las juntas serán administradas previa indicación del número de pieza por el fabricante de tubo-accesorios.

d) Cambio de juntas.

Las juntas no requieren mantenimiento, en caso de fugas cambiarlas.

d.1) Sistema de Junta Collarín

- La tubería de conducción tiene que estar sin presión.
- Retirar el faldón con dispositivo de extracción hidráulico.
- Cambiar collarín, colocar correctamente y engrasar con silicona
- Colocar de nuevo todas las piezas por orden inverso.

d.2) Junta del eje lado sin piñón

Quitar tapa del cojinete del eje T 7, cambiar anillo obturador toroidal, colocar de nuevo la tapa.

d.3) Junta del disco (en posición de “abierto”)

Desenroscar los tornillos del anillo roscado de apriete (T 3).

Quitar el anillo, cambiar junta. Colocar anillo y enroscar con la mano. Cerrar disco de válvula.

Estirar la junta mediante apretado en cruz del tornillo, hasta que aparece resistencia uniforme.

Fijar cada tornillo uno por uno con Locktite – remarcarlos con rojo.

e) Cambio del cilindro hidráulico.

Colocar la válvula en posición cerrada y bloquear mecánicamente. Asegurarse que la palanca y el peso de caída están fijos en la posición superior.

Asegurarse que la palanca y el peso de caída están fijos en la posición superior.

El grupo hidráulico desconectarlo eléctricamente.

Desmontar los casquillos cojinetes del cilindro hidráulico que están enroscados por una parte en el faldón y por la otra parte en el yugo del faldón. Desenroscar y sacar el perno de arrastre que une el vástago del émbolo (ojo de articulación) con la palanca. Cilindro hidráulico descolgar con cuidado, el vástago del émbolo recogerlo eventualmente mediante bomba hidráulica de mano.

f) Control de niveles

El control de niveles de aceite hidráulico esta dado por el indicador de nivel, que en el caso de no ser graduado debe mantenerse entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$.

El período recomendado para el cambio de aceite hidráulico es de un año; debe tenerse presente que el cambio de aceite hidráulico se realiza con la válvula mariposa en posición cerrada y que el estanque de aceite posee un tapón de vaciado en la parte inferior y uno de llenado en la parte superior.

2.3.5.- Mantención de las Válvulas de cono o difusoras, tipo Howell-Bunger

a) Mantenimiento, inspección

La válvula de cono o Howell-Bunger no necesita mantención, excepto por dos puntos de lubricación en el tubo de protección de los hilos trapezoidales del eje.

Opere el accionamiento para recorrer todo el ciclo de completamente abierto/cerrado de la válvula de compuerta, una vez por mes. Haga una inspección ocular completa y haga correr una vez por año una

operación de prueba. Revise si hubiera fugas o corrosión en la válvula de cono o en el accionamiento.

b) Averías y reparación

Se puede esperar confiadamente que la válvula de cono trabaje en forma segura, siempre que todas las uniones y conexiones hayan sido ejecutadas en forma apropiada. Sin embargo, eventos imprevistos (por ejemplo, sucesos no incluidos en las condiciones de entrega) pueden llevar a una falla de la válvula.

b.1) Fallas eléctricas:

Las instrucciones de funcionamiento y mantenimiento para el equipo eléctrico describen acciones para reparar defectos (hasta una extensión que están dentro del alcance de conocimiento general del personal técnico requerido para operar tales sistemas).

b.2) Fallas mecánicas:

Debido a los márgenes de seguridad muy estrictos en el diseño de las válvulas, la falla mecánica puede ocurrir sólo en el caso de una operación muy inadecuada o por eventos imprevistos. Si una falla mecánica ocurriera, debe consultarse con el proveedor.

c) Piezas de desgaste:

c.1) Eléctricas:

Interruptores eléctricos y contactos son partes estándares en tienen en stock (excepto para diseños especiales).

c.2) Repuestos mecánicos:

Sellos pueden ordenarse donde el fabricante de la válvula, indicando el número relevante de repuesto.

d) Cambio de sellos

Los sellos no requieren de mantenimiento y deben ser cambiados en caso de fuga.

Sello principal: El émbolo en su posición “abierto”, se vacía la tubería y se inspecciona si las chapaletas están cerradas.

- Destornille el anillo de cierre.

- Saque el anillo.
- Reemplace el sello.
- Coloque el nuevo sello.
- Agregue el anillo de nuevo.
- Apriete los pernos en forma atravesada para cerrar el sello, hasta que se sienta resistencia. Asegure cada perno con Locktite rojo.

e) Cambio de engranajes

Al reajustar y cambiar el engranaje debe asegurarse que la posición anterior al desarme se mantenga exactamente y que la posición del engranaje tenga alineación a la posición del émbolo.

f) Función

La válvula difusora regula el volumen de flujo de agua. El diagrama adjunto ilustra la relación entre el volumen del flujo y el ajuste de la válvula, considerando también adecuadamente la altura. La posición de la válvula fue ajustada en fábrica a un recorrido máximo de 600 mm.

Considerando que la pérdida en la tubería de entrada y las válvulas no pueden ser calculadas con precisión, las válvulas indicadas en el diagrama deben considerarse sólo como una guía (tolerancia: +/- 15).

La válvula se mueve entre su posición abierta y cerrada. La posición abierta es definida por interruptores límite del accionamiento eléctrico y por un tope fijo dentro de la carcasa. Si el recorrido de apertura necesita ser cambiado, la posición puede redefinirse mediante los interruptores límite del accionamiento eléctrico y el tope ajustable dentro de la carcasa.

Los accionamientos eléctricos son auto-enclavados, asegurando así que la posición de la válvula seleccionada quede igual.

Para el ajuste del interruptor límite del accionamiento eléctrico (tipo Auma SA) ver especificaciones Auma.

g) Control de desgaste en el husillo

El control del desgaste en el Husillo esta dado por la continua presencia de grasa en éste, considerándose una lubricación de por lo

menos una vez al mes, aplicada en los canales destinados para ello (Punta de graser).

h) Cambio de aceite en caja diferencial NOZAG S-100

- Retirar el tapón que se encuentra en la parte superior de la caja diferencial NOZAG S-100.
- Con una bomba de succión habilitada y suministrada para ello, retirar la totalidad del aceite de la caja diferencial.
- Rellenar por la misma vía de vaciado con 0,9 litros de aceite tipo SAE 90.
- Posicionar el tapón una vez terminada la operación.
- Período recomendado para el cambio de aceite: un año.

i) Cambio de aceite en caja diferencial GT-20

- Retirar el tapón que se encuentra en la parte superior de la caja diferencial GT 20.
- Con una bomba de succión habilitada y suministrada para ello, retirar la totalidad del aceite de la caja diferencial.
- Rellenar por la misma vía de vaciado con 0,3 litros de aceite tipo SAE 90.
- Posicionar el tapón una vez terminada la operación
- Período recomendado para el cambio de aceite: un año.

3. - ELEMENTOS DE CONTROL DEL EMBALSE

3.1. - CARACTERÍSTICAS.-

El embalse esta provisto de elementos e instrumentación de control en diferentes puntos estratégicos, estos elementos e instrumentos controlan el nivel del lago, registran las aceleraciones por sismos, los movimiento entre juntas, las deformaciones y temperatura del hormigón, las presiones hidrostáticas de las filtraciones y los asentamientos.-

Existen tres tipos de instrumentos para controles del embalse:

- El de tipo estático formado por Reglas Limnimétricas, Monolitos de control y Celdas de agua o Asentímetros.-
- El de sensores de cuerda vibrante que cuenta con Medidores de deformación del Hormigón, Medidores de temperatura del hormigón, Piezómetros eléctricos, Medidores de junta y medidor continuo de nivel.-
- El de Registros geotécnicos formado por cuatro acelerómetros.-

A continuación se enumera y describe la instrumentación de control existente en el embalse, como también se entrega un plano de planta con la ubicación de dicha instrumentación.-

3.1.1. - INSTRUMENTACIÓN ESTATICA

a) Monolitos de control:

Se encuentran ubicados en diferentes puntos de la presa y permiten controlar los asentamientos superficiales de la pantalla, de los rellenos y del muro parapeto.- Su control se realiza topográficamente.

a.1) Monolitos estacionarios:

MCN-1 : Ubicado en el plinto derecho. Cota 588.082

MCN-2 : Ubicado en el plinto derecho. Cota 621.001

MCN-3 : Ubicado a un costado de la carretera. Cota 654.474

MCN-4 : Ubicado en talud aguas abajo lado izquierdo de la presa. Cota 621.911

MCN-5 : Ubicado aguas abajo lado izquierdo de la presa. Cota 593.099

a.2) Monolitos pantalla de hormigón:

MC-1-1 : Cota 586.980
MC-1-2 : Cota 586.940
MC-1-3 : Cota 586.930
MC-2-1 : Cota 619.964
MC-2-2 : Cota 620.061
MC-2-3 : Cota 619.901
MC-2-4 : Cota 619.970

a.3) Monolitos muro parapeto:

MC-3-1 : Cota 653.019
MC-3-2 : Cota 653.129
MC-3-3 : Cota 653.242
MC-3-4 : Cota 653.332
MC-3-5 : Cota 653.378
MC-3-6 : Cota 653.316
MC-3-7 : Cota 653.172

a.4) Monolitos talud aguas abajo:

MC-4-1 : Cota 620.880
MC-4-2 : Cota 621.225
MC-4-3 : Cota 621.357
MC-5-1 : Cota 592.028

b) Celdas de agua:

Se ubican en diferentes niveles en el eje transversal de la presa.- Su misión es controlar los asentamientos de los rellenos en el cuerpo de la presa.-

En cada nivel existe una caseta de control en donde están ubicadas las pipetas de vidrio graduadas, correspondientes a cada una de las celdas y en el radier de las casetas hay un punto de referencia topográfico para el control.-

Su funcionamiento está basado en el principio de los vasos comunicantes. Cada una de las celdas dispone de una cámara sellada, la cual se llena con agua a través de una cañería de PVC de 1" que se encuentra conectada a las pipetas, de la misma cámara nace una cañería de salida o rebase de $\frac{1}{2}$ " que termina en la caseta de medición.- Al

obtenerse el retorno del agua, por esta cañería, se entiende que la cámara alcanzó su nivel máximo de llenado, permitiendo además evacuar el agua excedente.-

En total son 15 las celdas instaladas, tal como lo detalla el plano de instrumentación su ubicación por nivel es la siguiente:

Nivel cota 558 son 7 celdas

Nivel cota 590 son 5 celdas

Nivel cota 620 son 3 celdas

c) Reglas limnimétricas:

Se encuentran firmemente ancladas a un monolito de hormigón, son de Fe Fdo de 1 m de altura y miden al centímetro.- Son 80 reglas que van desde la cota 572 a la 652 y se ubican en el talud de aguas arriba del muro, en el plinto derecho, permiten un control visual de la altura del lago con lo que se determina el volumen de agua almacenado en el embalse.-

3.1.2. - INSTRUMENTACIÓN DE CUERDA VIBRANTE

Los instrumentos del tipo sensores de cuerda vibrante fueron provistos por Soil Instruments Ltd de Inglaterra.-

La mayoría de estos instrumentos se encuentran sujetos a la enfierradura de la pantalla y embebidos en el hormigón.-

Existe en el coronamiento de la presa, la caseta de instrumentación en la cual se encuentran los paneles terminales de toda la instrumentación de cuerda vibrante.- Al panel derecho llegan los terminales de los medidores de junta y al izquierdo el resto de los instrumentos.- La comunicación entre el tablero terminal y el sensor de cuerda vibrante se realiza por medio de cables que suben por la pantalla de hormigón protegidos por un conduit de acero galvanizado de 2", los que luego se conducen por un banco de ductos que recorren en forma paralela al coronamiento y que llegan a los paneles terminales.-

Se cuenta con un data Logger o lector de cuerda vibrante que al conectarse al panel permite comunicarse con los diferentes instrumentos y acumular en su memoria las diferentes lecturas.-

A través del software Winsid, es posible rescatar la información del Data Logger, decodificarla, graficarla y archivarla.-

El lector de cuerda vibrante es un equipo del tipo inteligente, alimentado por una batería, es portátil y utiliza tecnología de la última versión de microprocesadores de 16 Bits.-

Las mediciones se pueden realizar y mostrar en pantalla en “lectura periodo”, “unidades lineales” o en unidades de “ingeniería”. (Programadas respectivamente). -

Tiene una capacidad máxima de almacenaje de 999 sensores, los cuales son identificados por un número de canal desde el 001 hasta el 999. - Cada sensor identificado posee la siguiente información:

- Factor sensor (dado en el certificado de calibración)
- Lectura base o cero en unidades de periodo
- Unidades de ingeniería (Seleccionadas desde una lista predefinida)

El lector de cuerda vibrante tiene capacidad de almacenar hasta 3000 mediciones en formato Log.- Cada medición realizada en forma log posee la siguiente información:

- Numero del canal
- Valor almacenado (en modo periodo, lineal o en unidades de ingeniería)
- Fecha y hora

La información almacenada se puede sacar por la puerta serial RS-232-C. -

El lector de cuerda vibrante, está montado en una caja de aluminio con tapa con bisagras.- Este lector portátil incorpora un panel tipo membrana cuyo teclado es al tacto, de dos líneas y 24 caracteres alfanuméricos tipo LCD (pantalla de cristal líquido) y tres enchufes para los conectadores.- Sus dimensiones son de 320 * 190*135 mm y su peso es de 4 kg. Posee un cargador de baterías diseñado para cargar las celdas de níquel cadmio que alimentan al lector.-

Se adjunta catálogo del fabricante del lector de cuerda vibrante en donde se especifica detalladamente sus características, operación y mantención.-

Los instrumentos de cuerda vibrante son los siguientes:

a) Medidores de deformación del hormigón (MDH):

Se cuentan con 34 de estos instrumentos de tipo cuerda vibrante, uno por cada dirección.- Se instalaron en la pantalla de hormigón en la ubicación que se indica en el plano de instrumentación, miden deformaciones en dos y tres direcciones.

MDH N° 1 : Horizontal – Vertical . Cota 645.314
MDH N° 2 : Horizontal – Vertical – Inclínada. Cota 645.480
MDH N° 3 : Horizontal – Vertical. Cota 646.470
MDH N° 4 : Horizontal – Vertical – Inclínada. Cota 623.437
MDH N° 5 : Horizontal – Vertical – Inclínada. Cota 623.423
MDH N° 6 : Horizontal – Vertical – Inclínada. Cota 623.560
MDH N° 7 : Horizontal – Vertical – Inclínada. Cota 623.998
MDH N° 8 : Horizontal – Vertical – Inclínada. Cota 624.460
MDH N° 9 : Horizontal – Vertical – Inclínada. Cota 599.862
MDH N° 10 : Horizontal – Vertical – Inclínada. Cota 600.200
MDH N° 11 : Horizontal – Vertical – Inclínada. Cota 599.956
MDH N° 12 : Horizontal – Vertical – Inclínada. Cota 570.980

Se adjunta catálogo del fabricante con las principales características técnicas del instrumento.-

b) Medidores de temperatura (T):

Existen 4 de estos instrumentos de tipo cuerda vibrante, registran la temperatura del hormigón en la pantalla

T-1 : Cota 646.480
T-2 : Cota 624.490
T-3 : Cota 601.068
T-4 : Cota 570.980

Se adjunta catálogo del fabricante con las principales características técnicas del instrumento.-

c) Piezómetros eléctricos (PE):

El embalse Santa Juana tiene instalado dos piezómetros eléctricos del tipo cuerda vibrante ubicados en el entorno de aguas abajo de la pared moldeada, al inicio de los rellenos.- Su objetivo es la determinación de napas freáticas en dicha zona.

PE-1 : Cota 553.037

PE-2 : Cota 553.051

Se adjunta catalogo del fabricante con las principales características técnicas del instrumento, su instalación, operación y mantención.-

d) Medidores de juntas (MJ):

Se cuenta con un total de 26 de estos instrumentos, uno por cada dirección y miden el comportamiento de la pantalla de hormigón en relación a los plintos.-

Estos instrumentos han sido diseñados específicamente para el uso en presas de contención del tipo del embalse Santa Juana con pantalla de hormigón en el talud de aguas arriba.- El objetivo de estos instrumentos es determinar los movimientos entre la pantalla de hormigón y los plintos laterales y entre la pantalla y la losa horizontal y la pared moldeada. Miden separación o acercamiento y asentamientos relativos.-

MJ-1 : Asentamiento. Cota 554.700. Plinto Horizontal

MJ-2 : Separación. Cota 554.700. Plinto horizontal

MJ-3 : Asentamiento-separación. Cota 555.000 Plinto horizontal

MJ-4 : Asentamiento-separación. Cota 555.000 Plinto horizontal

MJ-5 : Asentamiento Cota 554.700 Plinto horizontal

MJ-6 : Separación. Cota 554.700 Plinto horizontal

MJ-7 : Asentamiento-separación – cizalle Cota 571.560. Plinto izquierdo

MJ-8 : Asentamiento-separación – cizalle Cota 598.360. Plinto izquierdo

MJ-9 : Asentamiento-separación – cizalle Cota 622.650 Plinto izquierdo

MJ-10 : Asentamiento-separación – cizalle Cota 625.280 Plinto derecho

MJ-11 : Asentamiento-separación – cizalle Cota 600.600 Plinto derecho
MJ-12 : Asentamiento-separación – cizalle Cota 570.220 Plinto derecho

Se adjunta catalogo del fabricante con las principales características técnicas del instrumento, su instalación, operación y mantención.-

e) Medidor continuo de nivel:

Es un instrumento independiente de los anteriores, consta de un piezómetro eléctrico sumergido que se encuentra en el plinto derecho en la cota 570.220, el cual se encuentra unido por un cable a un aparato lector que está en la caseta de instrumentación, este posee un visor en el que registra la altura de agua y posee además una carta circular donde grafica la curva de llenado del lago.- En la actualidad, este instrumento no está en funcionamiento.-

Se adjunta información con características técnicas del equipo de lectura Serie PX105 de ABB Kent – Taylor.-

3.1.3. - INSTRUMENTACIÓN GEOTECNICA.-

Para registrar las aceleraciones producidas por movimientos sísmicos se instalaron acelerómetros suministrados por Kinematics Inc de USA.-

Existen cuatro acelerómetros (AC) modelo SSA-2 marca Kinematics.-

Estos instrumentos registran los movimientos sísmicos ocurridos y los mantienen en su memoria.- Estos instrumentos son triáxiales de movimiento fuerte.-

La ubicación de los acelerómetros es la siguiente, tal como se detalla en el plano general de instrumentación:

AC- 1 : En la roca en el coronamiento, cercano al vertedero.- Cota 641.054

AC- 2 : En relleno coronamiento, caseta de instrumentación. Cota 649.948

AC- 3: En roca pie de presa, sala de control de válvulas. Cota 558.015

AC- 4 : En relleno pie de presa, escala acceso casetas celdas. Cota 555.861

Se adjunta ficha técnica con sus principales características

3.2. - OPERACION.-

3.2.1. - INSTRUMENTACIÓN ESTATICA

a) Monolitos de control:

Su control se realiza topográficamente trimestralmente por medio de una nivelación cerrada de todos los monolitos de control de la presa, estos son 23 y se encuentran ubicados en diferentes puntos de la presa clasificándose de acuerdo a su ubicación en:

- Monolitos estacionarios, Son 5 y se ubican fuera de la estructura del embalse.-
- Monolitos de la pantalla de hormigón, son 7.
- Monolitos muro parapeto, son 7
- Monolito talud aguas abajo, son 4

La medición topográfica de los monolitos permite controlar los asentamientos superficiales de la pantalla, de los rellenos y del muro parapeto.-

b) Celdas de agua:

Se ubican en diferentes niveles en el eje transversal de la presa.- Su misión es controlar los asentamientos de los rellenos en el cuerpo de la presa.-

En cada nivel existe una caseta de control en donde están ubicadas las pipetas de vidrio graduadas, correspondientes a cada una de las celdas y en el radier de las casetas hay un punto de referencia topográfico para el control.-

En total son 15 celdas y su medición se realiza topográficamente una vez por semana.-

c) Reglas limnimétricas:

Son 80 reglas que van desde la cota 572 a la 652 y se ubican en el talud de aguas arriba del muro, en el plinto derecho. En la actualidad esta medición se realiza utilizando el

lente de un instrumento topográfico (Taquímetro), esta forma de medir evita que el personal tenga que bajar por la escala de acceso y llegar directamente a la regla limnimétrica. , operación que retrasaba bastante la operación.- La medición de los monolitos de observación se hace diariamente.-

3.2.2. - INSTRUMENTACIÓN DE CUERDA VIBRANTE

La mayoría de estos instrumentos se encuentran sujetos a la enfierradura de la pantalla y embebidos en el hormigón.-

Estos instrumentos electrónicos están conectados por intermedio de cables a un tablero terminal que se encuentra ubicado en la caseta de instrumentación.- Estos cables que transmiten la información del instrumento se conducen en un conduit de acero galvanizado de 2", que está embebido en la pantalla de hormigón, hasta interceptar el banco de ductos que se encuentra próximo a la corona de la presa y que conduce los cables de todos los instrumentos de control hacia el tablero terminal.-

La caseta de instrumentación se encuentra en el coronamiento de la presa, aquí se encuentran los paneles terminales de toda la instrumentación de cuerda vibrante.- Al panel derecho llegan los terminales de los medidores de junta y al izquierdo el resto de los instrumentos.-

Para establecer la comunicación con los diferentes instrumentos, se cuenta con un "Data Logger" o lector de cuerda vibrante, el cual permite comunicarse con los diferentes instrumentos y acumular en su memoria las diferentes lecturas.- Este lector de cuerda vibrante tiene una interfase de comunicación con el usuario consistente en una pantalla de cristal liquido LCD.- Para establecer la comunicación se debe conectar el lector a un tipo de instrumento de cuerda vibrante en particular, luego siguiendo el procedimiento que se explica detalladamente en el catalogo del lector de cuerda vibrante (data Logger), el operario puede rescatar la información de todos los sensores de cuerda vibrante existentes en la presa y estos quedaran guardados en el lector.-

Para rescatar la información del lector de cuerda vibrante, existe un software que se ejecuta en ambiente Windows que se denomina Winsid, este permite descodificar la información entregada por los sensores de cuerda vibrante, graficarla y archivarla.- Esta secuencia operacional requiere de personal especialmente capacitado.-

La extracción de información de todos los sensores de cuerda vibrante es realizada una vez por semana y su descodificación mediante el software Winsid se realiza una vez por mes.- La Dirección de obras hidráulicas (DOH), mantiene un convenio con el

IDIEM de la Universidad de Chile, mediante el cual toda la información relativa a los sensores de cuerda vibrante se envía a esta institución en forma mensual.- De igual forma el personal de la DOH que está encargado de estos instrumentos a recibido adiestramiento especial y se le han entregado para cada instrumento parámetros dentro de los cuales se pueden considerar las mediciones normales.-

Dentro de los instrumentos de cuerda vibrante, existe uno que es independiente de los anteriores, y que es el Medidor continuo de nivel, este consta de un aparato lector que está en la caseta de instrumentación el cual posee un visor que registra la altura de agua y una carta circular que grafica la curva de llenado de lago.- En la actualidad no se encuentra funcionando.-

3.2.3 INSTRUMENTACION GEOTECNICA

Tal como se describió en el capítulo anterior, la instrumentación geotécnica está formada por cuatro acelerómetros modelo SSA-2 marca Kinemetrics.- Estos instrumentos registran los movimientos sísmicos ocurridos y los mantienen en su memoria.- Existe un software denominado QTSSA, el cual con la ayuda de un Note Book permite rescatar la información archivarla y luego limpiar la memoria del instrumento.-

Esta información es enviada, según el convenio de la DOH, al IDIEM de la Universidad de Chile, en donde es debidamente procesada e interpretada.-

3.3. - MANTENCIÓN

3.3.1. - INSTRUMENTACION ESTATICA

En este tipo de instrumentación se encuentran las reglas limnimétricas, monolitos de control y las celdas de agua.- En lo que respecta a este tipo de instrumentación, la mantención que requieren es mínima y prácticamente hay que limitarse al reemplazo del instrumento una vez que cumplió su vida útil.- En el caso de las celdas de agua, al estar ubicadas en el interior de los rellenos compactados, al fallar una, esta queda inutilizada, de hecho varias de ellas ya no están cumpliendo su función posiblemente debido a problemas de taponamiento de las mangueras.-

3.3.2. - INSTRUMENTACION DE CUERDA VIBRANTE.

En este tipo de instrumentación en lo que respecta a los sensores y cables de comunicación no se puede realizar ningún tipo de mantención, pues ellos están embebidos en el interior de la presa, principalmente en la pantalla de hormigón.-

Los sensores de cuerda vibrante antes de su instalación son debidamente calibrados y se entregan con su certificado de calibración.-

En general la mantención de estos instrumentos se realiza por una empresa especializada y ella se limita a controles periódicos de las conexiones de los cables y a la mantención de los paneles terminales.-

Si una unidad presenta fallas de lectura, se puede deber a las siguientes causas:

- Un Corte o cortocircuito de un cable
- Falla en el sensor
- Falla en la unidad de lectura

Si falla el sensor, el instrumento queda inutilizado. En el caso de un corte o cortocircuito de un cable, si es factible ubicar la zona de daños, estos pueden ser reparados con mufas de acuerdo a las recomendaciones indicadas en el catalogo del fabricante.-

Si falla la unidad lectora, esta puede ser reparada o sustituida.-

En cuanto al lector de cuerda vibrante se deben tener presente los siguientes cuidados:

- Tratar los componentes con cuidado.-
- Asegurarse que durante el transporte del lector, este no sufra golpes, si lo transporta en su vehículo, llévelo en la cabina y si lo lleva en la parte trasera sujételo firmemente. Si las condiciones del camino son muy duras, lo mejor es llevarlo en sus manos.-
- Recargar la batería solo con el cargador de baterías.
- Antes de usar, limpiar el panel frontal con un paño limpio.
- No poner objetos sobre el panel frontal que puedan ocasionar daño.
- No colocar objetos como lápices, libretas, etc. ya que pueden dañar la membrana del teclado frontal de equipo.
- No exponer el lector a temperaturas fuera de lo normal.- El rango de temperatura es de -10° a $+65^{\circ}$. -

3.3.3 INSTRUMENTACION GEOTECNICA

La mantención de estos equipos las realizan empresas externas especialistas en esta materia.- El acelerómetro esta protegido por una caja térmica de acero de 15 mm de espesor, cuya base está anclada firmemente al piso por medio de anclajes de fierro.- Sobre esta caja térmica, se coloca una caja metálica externa de protección de fe de 1, 5 mm de espesor.- Estas cajas tienen 1 mano de antioxido y dos de esmalte de terminación color naranja que se deben mantener debidamente.-

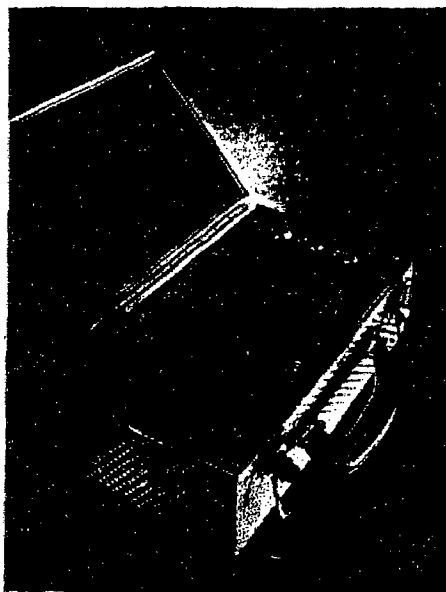
ANEXOS

MANUAL DE OPERACIÓN

EMBALSE SANTA JUANA

**APARATO DE LECTURA PARA
SENSORES DE CUERDA
VIBRANTE (CATALOGO)**

VIBRATING WIRE LOGGER



The portable Vibrating Wire Logger is designed to operate reliably under tough site conditions with most types of commercially available vibrating wire instruments.

Reading and storing of data is straightforward, quick and accurate. The logger replaces more traditional equipment requiring manual recording and hand calculations. Readings from hundreds of vibrating wire sensors can be automatically converted into engineering units and stored at the touch of a button.

The logger uses advanced solid state electronics, incorporating a powerful 16 bit microprocessor with support circuitry providing considerable in-built intelligence combined with an easy to learn menu-driven user interface. The processor contains a wealth of on-chip facilities providing large memory address space, minimising constraints on both programme and data storage capacity.

The Vibrating Wire Logger offers:

- Readout in engineering units.
- User interface via 5 x 4 tactile membrane keypad and large backlit alpha-numeric display to enter vibrating wire and logging parameters.
- Date and time stamped logging.
- RS 232 C serial port for data transfer to IBM compatible computers.
- CMOS design with sleep mode to minimise power consumption.
- Storage capacity of 3000 readings minimum.
- Rechargeable nickel cadmium battery.
- Auto switch-off.

SPECIFICATIONS

Microprocessor	16 bit CMOS single chip V2% microcomputer.
Display	2 line 24 character low power dot matrix liquid crystal display module with LED backlighting.
Keypad	Dustproof waterproof 20 key tactile response embossed polycarbonate membrane touch panel with audio feedback.
Data Storage	Battery backed 1 Mbyte CMOS RAM enabling 3000 readings minimum.
Communications Interface	RS 232 C serial port 75 150 300 600 1200 2400 4800 and 9600 baud with hardware handshaking.
Excitation Voltage	12V shaped ramp pulse.
Resolution	0.01 microsecond.

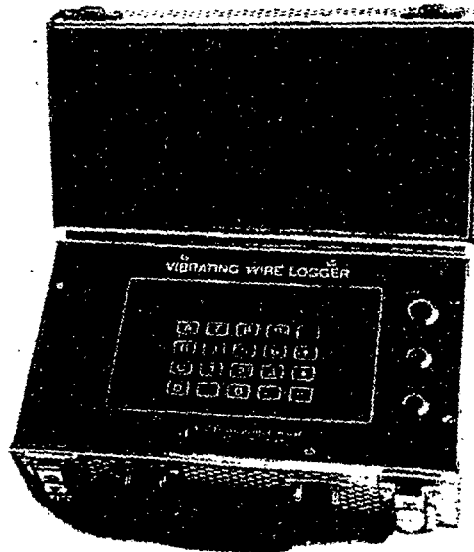
Accuracy	0.001% of full scale.
Frequency Range	600 to 5000 Hz.
Temperature Range	-10 to +60°C operating temperature -30 to +70°C transport and storage temperature.
Power Supply	12V d.c. NiCd rechargeable batteries providing minimum 24 hours continuous use.
Case	Seam welded rigidised aluminium case with hinged sealed lid and carrying handle. IP 55 protection.
Dimensions	320 x 190 x 135 mm.
Weight	4 kg.
Accessories	110/240V a.c. battery charger, 2 flyleads, RS 232 C download cable and user's manual included with unit.

Soil Instruments Limited has an ongoing policy of design review, and reserves the right to amend these specifications without notice.

SOIL INSTRUMENTS
LIMITED
INTERNATIONAL GEOTECHNICAL INSTRUMENTATION SPECIALISTS

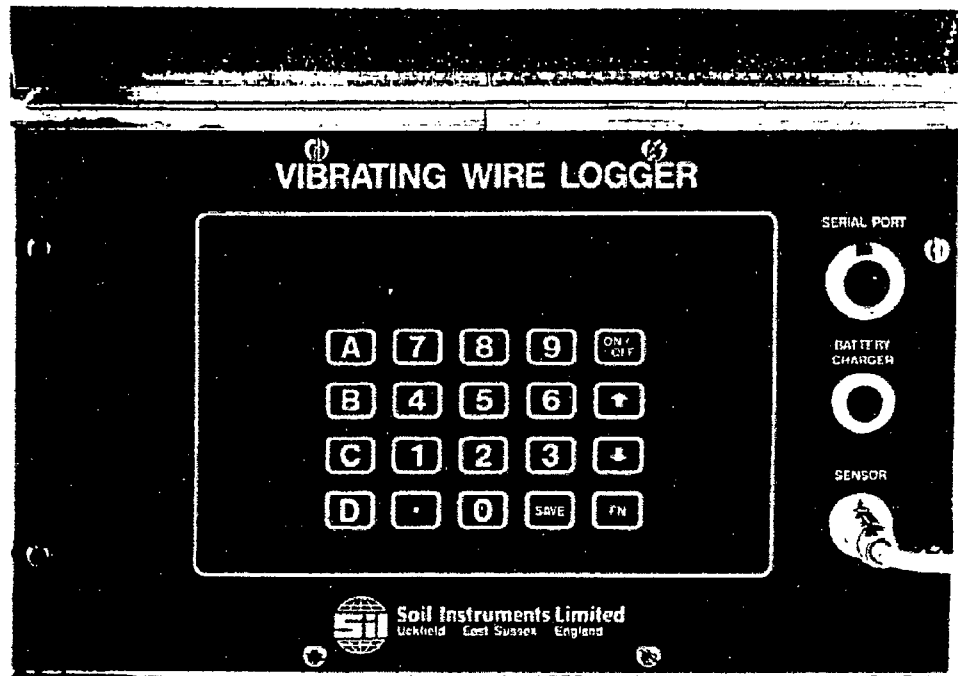
Bell Lane, Uckfield, East Sussex TN22 1QL, England
Telephone: Nat. 0825 765044 Int. +44 825 765044
Telefax: Nat. 0825 761740 Int. +44 825 761740
Telex: 95123 SOLIN G

FIG. 1



VIBRATING WIRE LOGGER

Fig. 2



MEMBRANE KEYPAD AND DISPLAY

**IDENTIFICACION DE SENSORES
EN PANELES TERMINALES DE
CASETA DE
INSTRUMENTACIÓN**

C. FAHRENKROG Y CIA LTDA
Instrumentación de Obras Civiles

EQUIPO DE REGISTRO GEOTECNICO

SOIL INSTRUMENTS LTD

CASETA DE CONTROL EN CORONAMIENTO

*IDENTIFICACION DE SENSORES
CONEXIONADO DE TERRENO
DEFINICION DE CANALES
CONSTANTES DE CALIBRACION
LECTURA PATRON
COORDENADAS DE INSTALACION*

INSTRUMENTACIÓN
EMBALSE SANTA JUANA
PANEL TERMINAL LADO DERECHO

TIPO DE INSTRUMENTO	COLORES	Nº CANAL EN CAJA TERMINAL	Nº CANAL EN CAJA DE LECTURA	SERIE	CONSTANTE	LECTURA CERO	COORDENADAS		
							NORTE / ESTE / COTA		
MJ 1 A	ROJO CAFÉ CAFÉ	1	201	480	-333.6871	6570	27013.74	39929.03	554.70
MJ 2 S	ROJO ROJO ROJO	2	202	476	-346.8809	6484	27014.48	39926.18	554.70
MJ 3 A	ROJO NARANJA CAFÉ	3	203	479	-335.3199	6510	27015.17	39923.68	555.00
MJ 3 S	ROJO NARANJA ROJO	4	204	477	-331.5596	6538	27015.17	39923.68	555.00
MJ 4 A	ROJO AMARILLO CAFÉ	5	205	483	-337.9475	6505	27029.51	39927.42	555.00
MJ 4 S	ROJO AMARILLO ROJO	6	206	478	-320.0901	6558	27029.51	39927.42	555.00
MJ 5 A	ROJO VERDE CAFÉ	7	207	481	-341.2432	6460	27028.83	39929.91	554.70
MJ 6 S	ROJO AZUL ROJO	8	208	482	-338.4537	6440	27028.09	39932.73	554.70
MJ 7 A	ROJO MORADO CAFÉ	9	209	523	-115.8906	5230	26957.59	39883.13	571.56
MJ 7 S	ROJO MORADO ROJO	10	210	472	-114.5454	5316	26957.59	39883.13	571.56
MJ 7 C	ROJO MORADO NARANJA	11	211	461	-114.9228	5275	26957.59	39883.13	571.56
MJ 8 A	ROJO GRIS CAFÉ	12	212	473	-114.9565	5121	26916.36	39830.90	598.36
MJ 8 S	ROJO GRIS ROJO	13	213	460	-117.3895	5967	26916.36	39830.90	598.36
MJ 8 C	ROJO GRIS NARANJA	14	214	462	-114.4461	5475	26916.36	39830.90	598.36
MJ 9 A	ROJO BLANCO CAFÉ	15	215	557	-118.4895	5217	26882.65	39784.50	622.65
MJ 9 S	ROJO BLANCO ROJO	16	216	459	-114.9434	5619	26882.65	39784.50	622.65
MJ 9 C	ROJO BLANCO NARANJA	17	217	463	-113.4168	5078	26882.65	39784.50	622.65
MJ 10 A	ROJO CAFÉ NEGRO CAFÉ	18	218	467	-115.7780	5570	27202.59	39863.06	625.28
MJ 10 S	ROJO CAFÉ NEGRO ROJO	19	219	466	-117.5894	5283	27202.59	39863.06	625.28
MJ 10 C	ROJO CAFÉ NEGRO NARANJA	20	220	465	-116.4213	5391	27202.59	39863.06	625.28
MJ 11 A	ROJO CAFÉ CAFÉ CAFÉ	21	221	468	-114.7494	5348	27134.80	39883.74	600.60

MJ 11 S	ROJO CAFÉ CAFÉ ROJO	22	222	556	-115.4830	5009	27134.80	39883.74	600.60
MJ 11 C	ROJO CAFÉ CAFÉ NARANJA	23	223	458	-118.5054	5786	27134.80	39883.74	600.60
MJ 12 A	ROJO CAFÉ ROJO CAFÉ	24	224	470	-114.8918	5027	27071.09	39914.45	570.22
MJ 12 S	ROJO CAFÉ ROJO ROJO	25	225	464	-113.2926	5036	27071.09	39914.45	570.22
MJ 12 C	ROJO CAFÉ ROJO NARANJA	26	226	471	-115.8102	5563	27071.09	39914.45	570.22

INSTRUMENTACIÓN
EMBALSE SANTA JUANA
PANEL TERMINAL LADO IZQUIERDO

TIPO DE INSTRUMENTO	COLORES	Nº CANAL EN CAJA TERMINAL	Nº CANAL EN CAJA DE LECTURA	SERIE	CONSTANTE	LECTURA CERO	COORDENADAS		
							NORTE /	ESTE /	COTA
MDH 1 H	CAFÉ CAFÉ VERDE	1	101		30000	10712	26933.86	39762.25	645.31
MDH 1 V	CAFÉ CAFÉ ROJO	2	102		30000	10130	26933.86	39762.25	645.31
MDH 2 H	CAFÉ ROJO VERDE	3	103		30000	10743	27049.98	39792.07	645.48
MDH 2 I	CAFÉ ROJO AZUL	4	104		30000	10672	27049.98	39792.07	645.48
MDH 2 V	CAFÉ ROJO ROJO	5	105		30000	10414	27049.98	39792.07	645.48
MDT 1	AMARILLO ROJO CAFÉ	6	106	106	-312.2797	4689	27047.98	39972.07	645.48
MDH 3 H	CAFÉ NARANJA VERDE	7	107		30000	10696	27152.07	39817.10	646.47
MDH 3 V	CAFÉ NARANJA ROJO	8	108		30000	10662	27152.07	39817.10	646.47
MDH 4 H	CAFÉ AMARILLO VERDE	9	109		30000	10912	26925.58	39794.09	623.44
MDH 4 I	CAFÉ AMARILLO AZUL	10	110		30000	10914	26925.58	39794.09	623.44
MDH 4 V	CAFÉ AMARILLO ROJO	11	111		30000	10101	26925.58	39794.09	623.44
MDH 5 H	CAFÉ VERDE VERDE	12	112		30000	10566	26969.52	39805.26	623.42
MDH 5 I	CAFÉ VERDE AZUL	13	113		30000	10159	26969.52	39805.26	623.42
MDH 5 V	CAFÉ VERDE ROJO	14	114		30000	10329	26969.52	39805.26	623.42
MDH 6 H	CAFÉ AZUL VERDE	15	115		30000	10574	27041.84	39823.82	623.56
MDH 6 I	CAFÉ AZUL AZUL	16	116		30000	10363	27041.84	39823.82	623.56
MDH 6 V	CAFÉ AZUL ROJO	17	117		30000	10474	27041.84	39823.82	623.56
MDT 2	AMARILLO AZUL ROJO	18	118	105	-310.9537	4634	27041.84	39823.82	623.56
MDH 7 H	CAFÉ MORADO VERDE	19	119		30000	10614	27100.62	39837.77	624.31
MDH 7 I	CAFÉ MORADO AZUL	20	120		30000	10585	27100.62	39837.77	624.31
MDH 7 V	CAFÉ MORADO ROJO	21	121		30000	10514	27100.62	39837.77	624.31
MDH 8 H	CAFÉ GRIS VERDE	22	122		30000	10653	27143.85	39843.88	624.46
MDH 8 I	CAFÉ GRIS AZUL	23	123		30000	10779	27143.85	39843.88	624.46

MDH 8 V	CAFÉ GRIS ROJO	24	124		30000	10653	27143.85	39843.88	624.46
MDH 9 H	CAFÉ BLANCO VERDE	25	125		30000	10789	26960.64	39839.67	599.86
MDH 9 I	CAFÉ BLANCO AZUL	26	126		30000	10561	26960.64	39839.67	599.86
MDH 9 V	CAFÉ BLANCO ROJO	27	127		30000	10444	26960.64	39839.67	599.86
MDH 10 H	CAFÉ CAFÉ NEGRO VERDE	28	128		30000	10715	27033.07	39857.75	600.20
MDH 10 I	CAFÉ CAFÉ NEGRO AZUL	29	129		30000	10600	27033.07	39857.75	600.20
MDH 10 V	CAFÉ CAFÉ NEGRO ROJO	30	130		30000	10559	27033.07	39857.75	600.20
MDT 3	AMARILLO CAFÉ NEGRO NARANJA	31	131	104	-265.7525	4707	27033.07	39857.75	600.20
MDH 11 H	CAFÉ CAFÉ CAFÉ VERDE	32	132		30000	10708	27091.16	39872.80	600.29
MDH 11 I	CAFÉ CAFÉ CAFÉ AZUL	33	133		30000	10465	27091.16	39872.80	600.29
MDH 11 V	CAFÉ CAFÉ CAFÉ ROJO	34	134		30000	10409	27091.16	39872.80	600.29
MDH 12 H	CAFÉ CAFÉ ROJO VERDE	35	135		30000	10821	27021.63	39900.11	570.98
MDH 12 I	CAFÉ CAFÉ ROJO AZUL	36	136		30000	10862	27021.63	39900.11	570.98
MDH 12 V	CAFÉ CAFÉ ROJO ROJO	37	137		30000	10655	27021.63	39900.11	570.98
MDT 4	AMARILLO CAFÉ ROJO AMARILLO	38	138	103	-290.4966	4725	27021.63	39900.11	570.98
PE 1	NARANJA CAFÉ CAFÉ	39	139	5538	462.2384	4203	27017.10	39898.77	553.03
PE 2	NARANJA ROJO ROJO	40	140	5539	459.6778	4255	27040.90	39905.00	553.05

**MANUAL DE OPERACIÓN
APARATO DE LECTURA PARA
SENSORES DE CUERDA
VIBRANTE**

C. FAHRENKROG Y CIA LTDA
Instrumentación de Obras Civiles

EMBALSE SANTA JUANA

EQUIPO DE REGISTRO GEOTECNICO

SOIL INSTRUMENTS LTD

MANUAL DE OPERACION

PARAMETROS DE OPERACION

Aparato de lectura

Sensores de Cuerda Vibrante

Soil Instruments Ltd

MANUAL DE OPERACION

Traducción

C. Fahrenkrog y Cia Ltda

CONTENIDO

Fig. 1 Lector de cuerda vibrante

Fig. 2 Pantalla y Teclado

- A. Introducción
- B. El Equipo
- C. Procedimiento de Operación
- D. Cargador de Baterías
- E. Mantención y cuidados

Apéndice A:

Certificado de Calibración

Esta unidad, antes de ser usada debe ser puesta en carga.

(referencia sección D).-

SECCION A

INTRODUCCION

Esta versión del lector de cuerda vibrante está dedicada a las diferentes lecturas que realizan los instrumentos de cuerda vibrante, que requieren de una señal de excitación de tipo pulso. El lector de cuerda vibrante es del tipo inteligente, alimentado por una batería, es portátil, y utiliza tecnología de la última versión de microprocesadores de 16 bits.-

El diseño del sistema tipo CMOS reduce el consumo de energía y aumenta su capacidad de memoria.

- a) Las mediciones se pueden realizar y mostrar en pantalla en "lectura PERIODO", "unidades LINEAL", o en unidades de "INGENIERIA". (programadas respectivamente).-
- b) La conversión de unidades periódicas a unidades de ingeniería se obtiene por medio de una tabla de datos de constantes, la cual es llenada por el usuario.-
- c) Tiene una máxima capacidad de almacenaje de 999 sensores, los cuales son identificados por un número de canal, desde el 001 hasta el 999. El canal 000 es un caso especial, ya que muestra "solo modo lectura", donde todas las funciones de transformación de datos quedan eliminadas.
- d) Cada sensor identificado, posee la siguiente información:
 - i) Factor sensor (dado en el certificado de calibración).
 - ii) Lectura base o cero en unidades de PERIODO.
 - iii) Unidades de ingeniería (seleccionadas desde una lista predefinida).
- e) Facilidad de almacenar hasta 3000 mediciones en formato log.

f) Cada medición realizada en forma log posee la siguiente información :

- i) Numero del canal.
- ii) Valor almacenado (en modo periodo, lineal, o en unidades de ingeniería).
- iii) Fecha y hora.

g) Las mediciones son almacenadas en log con los datos más recientes. Si existen más de 3000 mediciones grabadas, la última ingresada se pierde.

h) Facilidad para sacar la información almacenada através de la puerta serial RS-232-C.

SECCIÓN B
EL EQUIPO

B Elementos del equipo.

B1 Lector de cuerda vibrante montado en una rígida caja de aluminio con tapa abisagrada y sellada. El lector portátil, incorpora un panel tipo membrana cuyo teclado es al tacto, de 2 líneas y 24 caracteres alfanuméricos tipo LCD (pantalla de cristal líquido) y tres enchufes para los conectores.

DIMENSIONES : 320 * 190 * 135 mm.

PESO : 4 kgrs.

B2 Posición de los tres conectores.

a) Conector de 2 mts. de largo conectado directamente al sensor y con clips tipo cocodrilo, conectados al instrumento al sensor (rojo a positivo, negro a negativo).

b) Conector para sistemas centralizados de datos

c) Conector de 2 mts. de largo para ser usado por puerta serial. (peso del conector 0.6 kg.).

B3 Cargador de baterías. El cargador de baterías está diseñado para cargar las celdas de níquel cadmio, las cuales alimentan al lector portátil. No se debe usar otro tipo de cargador. El cargador es una caja sellada, metálica, que posee un cable de poder y su conector, el cual debe ser conectado en la parte frontal del lector.

DIMENSIONES : 105 * 80 * 180 mm.

PESO : 2.2 kgrs.

B4 Manual del usuario.

SECCION C

PROCEDIMIENTO DE OPERACION

- C1 Interfase
- C2 Modo lectura
- C3 Modo función
- C4 Funciones en pantalla:
Ingreso de parámetros y ejemplos
de tipos de sensores.
- C5 Funciones con log
- C6 Funciones de configuración
- C7 Funciones de sistema

SECCION C

PROCEDIMIENTO DE OPERACION

C1 Interfase de Comunicación

La caja lectora de cuerdas vibrantes tiene una interfase de comunicación con el usuario consistente en una pantalla de cristal líquido (LCD) de dos líneas y 24 caracteres alfanuméricos y un teclado hexadecimal con las siguientes asignaciones :

A	7	8	9	ON/OFF
B	4	5	6	!
C	1	2	3	!
D	0		SAVE	FN

(ON/OFF) Encendido o apagado del lector. El poder se cortará en forma automática, si el lector no es ocupado por más de cinco minutos.

(i) Busca los valores precedentes

(!) Busca los valores siguientes

(FN) Funciones

Las funciones posibles son :

0 = Elige unidades.

1 = Lectura log (read log)

2 = Sacar información a través de puerta serial.

3 = Limpiar log (clear log)

4 = Modifica tablas.

5 = Actualiza calendario / reloj.

6 = poner parámetros para puerta serial (baud, etc.).

7 = Verifica carga de la batería y almacenaje de datos

8 = Control de luz en pantalla.

9 = Control de audio.

SAVE En modo read (lectura) almacena datos en log.

En modo function (función) ingresa el punto decimal.

Las teclas A,B,C y D no se usan en este modelo.

G2 MODO READ (LECTURA)

- * Encienda el equipo.
- * Conectar la caja lectora a un instrumento de cuerda vibrante. Si tiene conectado el audio , escuchará cada vez que la caja lectora interroga la cuerda del instrumento.
- * La pantalla muestra lo siguiente :

CHN. 101 12345 PERIOD (Si ha seleccionado
28/07/94 13:12:17 unidades en periodo)

CHN. 101 4656.2 LINEAR (Si ha seleccionado
28/07/94 13:12:17 unidades $\frac{f^2}{1000}$)

CHN. 101 34.56 s (Si ha programado
28/07/94 13:12:17 unidades de ingeniería)

- * El teclado tiene los siguientes usos :
 - (SAVE) Las lecturas actuales son almacenadas en log e identificadas con fecha y hora. Aparece brevemente "SAVED" indicando la condición de almacenaje del dato.
 - (i) Incrementa el número del canal.

- (+) Decrece el número del canal.
- (0-9) Sirven para ingresar los nuevos números de entrada del sensor entre los rangos 000 al 900. El dato de entrada ingresa desde derecha a izquierda.
Si se ingresa el canal 000, se puede seleccionar solamente el modo read (lectura) y la indicación "CHN. nnn" desaparece de la pantalla. Solamente con la tecla (!) se puede salir de esta función.
- (FN) Sale del Modo Lectura para seleccionar funciones.
- (.) Si se ha conectado el audio en "ON", con esta función se regula la intensidad del audio. En la pantalla aparecerá la fecha y la tecla (j) el audio aumenta, si se presiona (!) el audio disminuye. Si se realiza esta operación estando el audio en OFF, el teclado lo ignorará.

Metodología de lectura

*Carga de batería

Antes de realizar una secuencia de lecturas, asegurar que las baterías han sido cargadas.

Baterías a media carga traen problemas durante la toma de datos y normalmente significan rehacer el trabajo.

*Cuidados generales y postura frente al trabajo

-Proteja el instrumento y los terminales.

-No pise los cables.

-Ubique el instrumento lector en un lugar seguro, que no se caiga al suelo. Limpie el entorno si es necesario.

-Evite leer en condiciones de excesiva humedad o bajo llovizna.

-Tenga respeto por lo que está haciendo y no deje que alteren su actividad.

-Las preguntas respóndalas a los curiosos al final de su actividad, no se distraiga. La lectura de los instrumentos normalmente no requiere de más de 10 minutos por cada 25 sensores, su tiempo de preparación para llegar al lugar y finalmente volver a la oficina puede requerir de horas y a veces medio día: ¡concéntrese en el momento de lectura!

Terminales de cables y elección de canales de lectura

Para realizar las lecturas deberá conectar el cable volante (que se guarda detrás de la colchoneta de la tapa del lector) al terminal SENSOR, de acuerdo a la posición de los conectores.

- Terminales provisionales de cables sueltos:
 - Conectar los pernos de acuerdo a los colores(rojo y negro)
 - Seleccionar el canal de lectura correspondiente y proceder a la lectura con el programa FN1=READ
- Terminales de cajas definitivas:
 - Conectar el cable terminal entre la caja lectora y la caja terminal de los cables.
 - Seleccionar los canales de lectura en la caja lectora y en la caja terminal de modo que coincidan los sensores con la información de los canales y sus respectivas constantes en la caja lectora.Usualmente la numeración coincide entre ambos terminales.
 - Realizar la lectura con el programa FN1=READ

Lecturas propiamente tales

Las lecturas de los sensores deben ser tomadas entre los cuatro primeros registros de medición:

Ej.: (cuatro lecturas consecutivas en el momento de activar la función lectura y el instrumento las confirma con el sonido de audio)

14.32 mm
14.32 mm
14.38 mm
14.32 mm

El valor de la lectura será 14.32 mm(extensómetro lineal)

La variación indicada precedentemente (lectura de 14.38 mm) significa el cambio de una cuenta en lectura de período y no tiene significación práctica en los resultados finales, dado que su incidencia es lo suficientemente pequeña y está dentro del rango de resolución del instrumento.

El hecho de dejar que un sensor sea leído durante un tiempo largo produce un "calentamiento" de la cuerda, hecho que acusa un registro que deriva en el tiempo; este valor se estabiliza finalmente a los 10 minutos de excitación, pero con una lectura modificada.

Si no se logró tomar la decisión de la lectura en el momento inicial, (entre las 4 a 6 primeras cifras) continuar con el siguiente sensor y retomar su lectura al final de la secuencia, con una cuerda "fría".

Como regla práctica considere que la lectura de un sensor puede variar hasta más/menos 3 cuentas (en Período) de la lectura promedio, sin alterar los resultados generales. El procesador interno de los datos agrega cifras decimales que pueden tender a confundir las lecturas finales.

§3 MODO FUNCION

- * Las funciones son seleccionadas presionando la tecla (FN) :

FN X (0 a 9) selecciona directamente la función

FN Flecha busca listados precedentes o siguientes

- * Las diez funciones posibles son agrupadas en cuatro grupos por pantalla en el siguiente orden :

DISPLAY

0) DISPLAY UNITS

LOG FUNCTIONS

1) READ 2) DUMP 3) CLEAR

CONFIGURATION

4) TABLE 5) CLOCK 6) SERIAL

SYSTEM

7) STATUS 8) LIGHT 9) AUDIO

- * Presionando la tecla (FN) se revierte inmediatamente al Modo Lectura.

C4 FUNCION DISPLAY

- * Función (0) = Unidades display.

El usuario puede modificar la modalidad mediante el uso de las flechas, seguido por SAVE para fijar su preferencia.

Unidades PERIODO

Unidades LINEAR

Unidades INGENIERIA

Cuando se selecta unidades en "periodo", el valor mostrado es el periodo de la cuerda vibrante, con una resolución de 0.1us .

Cuando es seleccionado el modo "linear", el valor mostrado es en función de la lectura cero y de la constante de calibración " K " (dada por la carta de calibración del fabricante) y almacenados previamente en un canal determinado. Si estos parámetros no han sido ingresados en el canal que desea leer , la lectura mostrada será en modo "linear".

Los parámetros almacenados pueden ser modificados o ingresados de la siguiente forma :

Los pasos 2 al 5 serán mostrados presionando la tecla
SAVE.

- 1.- Seleccione la función (FN) (4).
- 2.- Ingrese canal #XXX, el cual se debe encontrar
conectado a un sensor en particular.
- 3.- Ingrese el factor "K" del sensor. Si un factor k es
negativo, presione (!) antes de ingresar el valor, y
entonces aparecerá el valor con signo negativo.
- 4.- Ingrese la lectura "CERO" del sensor en unidades
PERIODO.
- 5.- Seleccione unidades de INGENIERIA en las cuales el
sensor fue inicialmente calibrado.

EJEMPLO:

Un termómetro de cuerda vibrante es conectado
al canal 302. Los datos relevantes del sensor
son :

LECTURA CERO : 5204

K : -280.2679

UNIDAD : °C.

Se deberá realizar los siguientes pasos:

Presione (FN) (4)

CHANNEL 302 (SAVE)

GAUGE FACTOR (K) (!) -208.2679 (SAVE) (!) Por ser valor negativo.

LECTURA CERO 5204 (SAVE)

UNIDAD Rebuscar (i) hacia arriba (!) hacia abajo hasta que aparecerá °C (SAVE).

Presione (FN) y retornará al modo de lectura (read mode).

La lectura del sensor será realizada y mostrada en pantalla en unidades de ingeniería de °C .-

El instrumento lector procesa las lecturas de acuerdo a los parámetros ingresados y que se obtienen de los certificados de calibración, un ejemplo de los cuales se incluye al final de este manual.

El factor K de los instrumentos de cuerda vibrante confeccionados por otros fabricantes, no son expresado de la misma forma que por SOIL INSTRUMENTS LTD. (SIL).

FOMULA DE SIL : Para obtener el valor K.-

$$K = \frac{R}{\frac{10}{2} - \frac{10}{2}}$$

N0 NR

donde R = rango
N0 = Lectura cero en modo periodo.
NR = Lectura en su rango máximo en modo periodo

Conversión de medidas, utilizando un piezómetro de cuerda vibrante de SIL , con un factor de calibración (K) de 16.6027.-

UNIDADES DE INGENIERIA	FACTOR CONVERSION	FACTOR K
Bars	1	16.6027
Kg/Cm ²	1.0215	16.9597
K Pa (Kn/m ²)	100.00	1660.27
Mts. de Agua	10.215	169.5966
Mts. de Mercurio	0.75006	12.4530

La Constante de Calibración para los medidores de deformación unitaria de Gage Technique de 5.5" de longitud tienen un factor único de 30000.-

C5 FUNCION LOG

Nota : Las funciones log son desactivadas solamente por modo read.

***Función (1) = READ LOG (lectura en log)**

Si no hay mediciones ingresadas, la pantalla indicará LOG EMPTY.

Si hay mas de un dato ingresado, se debe elegir el que desea sacar, la pantalla mostrará lo siguiente:

ENTRY DATE: 26:07:94
Presione SAVE para seleccionar .

El dato mostrado es el último dato en el registro. Las teclas (j) y (!) moverán el archivo de datos tanto hacia arriba como hacia abajo. Si existe sólo un dato y se rebusca con las flechas aparecerá un valor único.

Los datos aparecen en pantalla de la misma forma que en el modo READ , excepto que los valores se indican en la segunda línea de la pantalla.-

Las teclas (!) y (j) revisan las entradas log.

***Función (2) = A través de esta función se trabaja con la puerta serial y como ésta no esta habilitada , no es utilizada.-**

* Funcion (3) = Limpiar entrada log.

Si no hay mediciones ingresadas , la pantalla indicará LOG EMPTY. Si el contenido en modo log es de más de un dato se podrá sacar los datos parcialmente o en forma total de acuerdo a como el usuario seleccione las opciones , presionando 1 ó 2 .

Para limpiar parcialmente un registro :

CLEAR LOG FROM 05/06/94

el valor indicado es el más reciente.

Con las flechas se recorre el total del registro y se selecciona los datos a despejar . SAVE indicará los extremos de los rangos .

Se conforma la limpieza del registro presionando la tecla 1.

Cualquier otra tecla hace salir de esta función.

C6 FUNCIONES DE CONFIGURACION

* Función (4) = fijar o modificar tabla

Usando esta función se puede ingresar los parámetros .

El teclado desde el 0 al 9 sirve para ingresar los datos en forma directa . Las teclas (!) y (j) incrementan o decrecen los datos.

*Canal N° (000 - 999) .. o en su defecto el último canal usado.

*Factor de calibración o en su defecto 1

*Lectura cero (1000 - 50000) o en su defecto 1000

*unidades (Kg/cm₂ - lb/in₂ - kn - tonelada - bar - mts. de agua - mmHg (mm de mercurio) - mm - mts. - us (micra) - deg C° (temperatura)) .-

*Función (5) = Poner hora y fecha calendario.-

*Funcion (6) = Parámetros puerta SERIAL.-

Con esta función se ingresa los siguientes datos :

Rango de baud (9600/4800/2400/1200/600/300/110) .-

Paridad (none/odd/even) .-

Bists entrada (7/8) .-

Bits salida (1/2) .-

C7 FUNCIONES DE SISTEMA

***Función (7) = Indica estado de la batería.**

***Función (8) = Habilita o deshabilita luz
en la pantalla LCD.**

Si desea que la pantalla se muestre iluminada, presione esta opción , con la tecla (!) o (j) habilita o deshabilita respectivamente la luz en la pantalla del lector .

***Función (9) = Audio**

Si desea audio , con el teclado (!) o (j) lo habilita o deshabilita respectivamente .

SECCION D

CARGADOR DE BATERIA

D.1 INFORMACION GENERAL :

El lector de cuerda vibrante , es alimentado por un pack de baterías recargables de níquel / cadmio , el cual va inserto en el lector mismo . La batería normalmente es recargada una noche antes de usarse el instrumento . Si el lector no se usará por mucho tiempo, se recomienda sacar el cargador.

La vida útil de la batería (cuando su nivel de carga baja en un 60%) dependerá de la temperatura ambiente. Por ejemplo:

TEMPERATURA	VIDA UTIL
0 °C	120 Días
20 °C	40 Días
40 °C	20 Días

También debe notar que la capacidad de almacenaje de la batería (periodo después del cual solamente se obtiene una carga del 60%) es menor a 5 años.

El cargador de baterías provee las baterías de níquel cadmio con una corriente constante de 400 mA. La carga completa de una batería totalmente descargada (10.0 Vdc) dura aproximadamente 14 hrs.

Si ud. desea dejar conectado el cargador al lector, esta acción no produce daño a las baterías.

Durante la carga la temperatura ambiente debe ser entre 10° a 45°C. la batería tiene una vida útil de 700 ciclos de carga / descarga , pero esto será variable si al cargar la batería , ésta no estuviese completamente descargada.

Sin embargo el usar el pack de baterías por periodos completos de carga, hará disminuir su capacidad, (esto no es efectivo para las celdas de alimentación de las memorías).

Se recomienda descargar completamente las baterías cada 30 a 40 ciclos de recarga para reactivar su capacidad de almacenaje.

D 2 PROCEDIMIENTO PARA USAR EL CARGADOR

Coloque el enchufe conector del cargador de baterías al soquete ubicado en la parte frontal del lector, el cual está debidamente señalado, y conecte el cargador de baterías a un hembra de 220 volts Ac.

Verificar el estado de la carga :

Presione la tecla (ON / OFF)

Presionar (FN) y luego presione 7

Si el voltaje de batería está bajo lo normal la pantalla se presenta en forma defectuosa, si el voltaje está óptimo debe aparecer 13.6 - 13.9 volts a carga completa.

Cuando el voltaje es menor a 10.0 volts se recomienda poner en carga el instrumento.-

E CUIDADOS Y MANTENCION

El lector de cuerda vibrante es un instrumento que realiza mediciones precisas, diseñado para operar en terreno difíciles y bajo diferentes condiciones, pero no sobrevivirán un maltrato o negligencia.-

*Trate todos los componentes del equipo con cuidado y delicadeza.

*Asegúrese que durante el transporte del lector, éste no sufra golpes, si lo transporta en un vehículo, llévelo en la cabina si lo lleva en la parte trasera asegúrelo firmemente. Si las condiciones del camino son muy duras, la mejor solución es llevarlo en sus manos en la forma que más lo acomode.

*Recargar las baterías solo con el cargador de baterías.

*Antes de usar, limpiar el panel frontal con un paño limpio.

*No poner objetos sobre el panel frontal que puedan ocasionar daños.

*No colocar objetos como lápices, libretas, etc. ya que pueden dañar la membrana del teclado frontal del equipo.

*No exponer el lector a temperaturas fuera de lo normal. El Rango de temperatura es de -10° a $+65^{\circ}$.-

MANUAL DE OPERACIÓN PIEZÓMETRO ELECTRICO



SOIL INSTRUMENTS LIMITED

INTERNATIONAL GEOTECHNICAL INSTRUMENTATION SPECIALISTS

VIBRATING WIRE PIEZOMETER

USERS MANUAL

Revised January 1990
(No.33)

BELL LANE, UCKFIELD, EAST SUSSEX TN22 1QL, ENGLAND

Telephone:	Telefax:
Nat 0825 765044	Nat 0825 761740
Int +44 825 765044	Int +44 825 761740



APPROVED TO BS 5750
ISO 9002 EN 29002
CERTIFICATE NO FM22368

VIBRATING WIRE PIEZOMETER

USERS MANUAL

Revised January 1990

(No. 33)

VIBRATING WIRE PIEZOMETER

CONTENTS

	<u>Page</u>
1 General Information	1
1.1 Description	1
1.2 Operating Principle	1
1.3 Performance	2
2 Preparation and Installation of Piezometer	3
2.1 Cable Connection and Potting	3
2.2 Removal and Assembly of Ceramic Filter	3
2.3 Acquisition of Pre-Installation Base Reading	4
2.4 Borehole Installation	4
2.7 Installation in Fill	5
3 Installation and Termination of Cables	6
3.1 General	6
3.2 Installation in Trenches	6
3.3 Cable Jointing	6
3.4 Termination of Cables	7
4 Readout Equipment (Vibrating Wire Readout Mk.III)	9
4.1 General Description	9
4.2 Controls and Connections	9
4.3 The Power Supply	11
4.4 Operating Instructions	11
4.5 Data Interpretation	12
5 The Vibrating Wire Piezometer Data Reduction Procedures	13
5.1 The Calibration and Installation Record Sheet	13

VIBRATING WIRE PIEZOMETER

LIST OF DRAWINGS

Reference	Title
A3/886-000	Vibrating Wire Piezometer Assembly
A3/886-100	Vibrating Wire Piezometer - Wiring and Potting Details
A3/886-101	Vibrating Wire Piezometer fitted with temperature sensor - Wiring and Potting Details
A4/P5045	Preparation of Cable Joint
A4/P5046	Cable Jointing Kit - Wrapping Electrical Connectors and Fitting Mould

VIBRATING WIRE PIEZOMETER

1. GENERAL INFORMATION

1.1 DESCRIPTION See Drawing No. A3/886-000

The piezometer tip comprises a porous element integral with a diaphragm vibrating wire transducer. The transducer body is constructed throughout from stainless steel. The sensing wire, diaphragm and anchoring tube form a totally sealed independent unit. The coil assembly is mounted at the axial centre of the wire and is sealed by epoxy potting. An electrical surge protector is included in the design to prevent coil damage should excessive voltages be induced into the connecting cable during electrical storms.

1.2 OPERATING PRINCIPLE

The transducer consists of a rigid cylinder, sealed at one end by a firm bulkhead and at the other by a thin diaphragm which serves as an elastic, force sensing member. A thin steel wire strung between these two points is tensioned and firmly anchored during manufacture. Set at a position on the wire's axial centreline, a coil/magnet assembly provides the means of exciting the wire into oscillation, the frequency of which is dependent on wire tension.

Pore water pressure acting on the diaphragm causes it to deflect thus changing the wire's tension and resonant frequency. The readout box supplies an electrical pulse to the coil/magnet assembly which in effect plucks the wire and causes it to vibrate at its resonant frequency. The coil/magnet assembly then acts as a pickup as the oscillations of the wire through the magnetic field induce an alternating current in the coil which is detected by the readout. The readout converts the sinusoidal alternating voltage to a square wave form which may easily be timed using a frequency oscillator. In this way the period of oscillation may accurately be measured.

The relationship between a change in the period of oscillation and the strain of the wire is non-linear. The Mk III readout displays a period function (commonly, period $\times 10$ to the power of 7) and readings will therefore require manual conversion into a frequency squared form to take advantage of the aforementioned linear relationship.

VIBRATING WIRE PIEZOMETER

1.3 PERFORMANCE

a) Ranges

Various pressure ranges are available, the standard ranges being 5, 10, 20 and 40 bars. The transducers are designed to operate up to 50% above these quoted ranges. The accuracy on all ranges is $\pm 0.1\%$ of full scale. The volume change at full scale deflection is only 0.005 ml. giving the piezometer a very fast response.

b) Effect of Barometric Pressure

As previously explained, external pressure applied to the diaphragm of the transducer modifies the wire tension and thus its resonant frequency. Such a change is used to determine the magnitude of the applied pressure. However, since the unit is sealed during manufacture, the ambient barometric pressure prevailing at that time is retained within it. Subsequent external variations in barometric pressure will therefore cause a differential force to act across the diaphragm which will affect the tensioned wire proportionally. Thus a + 10 millibar change in ambient barometric pressure (equivalent to 100 mm of water head) relative to encased pressure within the unit, will modify the reading by the equivalent of + 100 mm of water head, even though the external water head to be measured remains constant. Thus in applications where such relatively small variations are considered to be significant, correction of reading errors due to barometric pressure changes should be applied on a pro rata basis.

c) Sensitivity to Temperature Change

The materials used in the construction of the transducer are carefully chosen and controlled in order to reduce the effect of ambient temperature changes on readings to insignificance. However, although the unit will operate consistently at fixed temperatures within a wide range, temperature gradients across it, triggered by rapid changes in ambient temperature will produce considerable reading error. For this reason it is essential that pre-installation base readings are only taken after sufficient time has been allowed for the transducer to stabilise at the ambient temperature. Piezometers should be immersed in shallow water and total stress or pressure cells shaded from direct sunlight until readings have been seen to settle.

VIBRATING WIRE PIEZOMETERS

2. PREPARATION AND INSTALLATION OF PIEZOMETER

2.1 Cable Connection and Potting

piezometers may be supplied with or without the armoured cable already connected to the transducer.

Refer to Drawing No. A3/886-100

2.1.1 Ensure cable gland nut is loose and unscrew from body. Push cap and gland back over cable approximately 300mm.

2.1.2 Strip back 15mm of the outer insulation and cut back the armour as shown on the drawing. Remove the rubber packing to 3mm from the armour. Strip back the conductor insulation and make soldered connections as shown in A-A. Use the readout to check these connections.

2.1.3 Being careful not to twist the cable, screw the end cap on the body and tighten.

2.1.4 Lay the assembly horizontally with the access hole uppermost. Thoroughly mix the potting and very slowly pour it through the access hole until the potting fills to the top of the hole. Allow the potting to cure overnight.

N.B. Where a thermistor is fitted, a 4-conductor cable is used. Refer to drawing No. A3/886-101 for wiring details.

2.2 Removal and Assembly of Ceramic Filter

The ceramic filter must be soaked in clean water for at least 24 hours prior to installation.

2.2.1 Unscrew the nose from the support stem and remove the ceramic filter and sealing washers. Immerse the ceramic filter upright in clean water.

2.2.2 Shortly before installation refit the ceramic. This operation is carried out with the instrument immersed in water to ensure an air free unit. It is therefore important that the transducer has already been connected to its cable and been potted.

First unscrew the support stem and invert the piezometer body, shaking it if necessary, until all the air has been expelled. Screw the support stem into the body. With sealing washers correctly positioned replace the ceramic and screw on the nose.

VIBRATING WIRE PIEZOMETER

2.3 Acquisition of Pre-Installation Base Reading

2.3.1 Ensure piezometer is totally immersed in water to the depth of a few centimetres only and is shielded from direct sunlight.

2.3.2 Connect instrument cable to readout and record reading.

2.3.3 Wait 15 minutes and repeat reading operation. A value identical to that obtained in 2.3.2 above indicates that the transducer has stabilised to the water temperature. Record reading permanently on the Installation Data Sheet together with the prevailing barometric pressure and temperature.

2.3.4 Should results obtained at 2.3.2 and 2.3.4 be at variance continue reading until stability is noted. Record reading permanently on the Installation Data Sheet together with the prevailing barometric pressure and temperature.

2.4 Borehole Installation

The borehole diameter 75 - 150mm., is usually driven in soils using shell and auger and in rock using rotary water flush drilling. Air flush and consequent entrapment of air in the ground should be avoided. The sides of the borehole in the vicinity of the piezometer tip should be free from mud cake and debris. If the hole requires casing, this is withdrawn to keep pace with the installing operation.

2.4.1 On completion of the borehole place coarse clean filter sand through the water and compact to the proposed base of the piezometer tip. Measure the water level in the borehole. Allow time for the sand to settle, particularly if the water level is high.

2.4.2 It is important to measure and mark the proposed depth of the tip on the piezometer cable using coloured P.V.C. adhesive tape. Remember to take account of any borehole casing remaining above ground level. Very carefully lower the piezometer down the borehole until the tape mark coincides with the top of the casing.

2.4.3 Using the readout take a reading on the piezometer. IMPORTANT - ensure temperature equilibrium has been established (see 2.3 above). Compare the calculated head of water with the measured water level. This will give a very useful operation check.

2.4.4 Place further filter sand until the tip is covered by at least 150mm. When using a punner to compact the filter material take great care not to foul or damage the cable. Remember to allow time for the sand to settle as it is difficult to remove surplus sand without considerable disturbance.

VIBRATING WIRE PIEZOMETER

2.4.5 A plug to prevent entry of grout into the filter is usually placed in the form of bentonite pellets or balls of stiff bentonite, normally not larger than 50mm diameter, dropped through the water and tamped into place.

2.4.6 Backfilling is completed to ground level with an impervious grout, generally a bentonite-cement mix placed through a tremie pipe positioned above the bentonite plug and withdrawn as grouting proceeds.

2.4.7 If more than one instrument is being installed it is vitally important to clearly identify the cables using colour coded P.V.C. adhesive tapes.

The choice of suitable protection material surrounding the cable along the trench length will depend on local factors, but in all cases should be fine ground (~5mm seive) and not contain sharp particles. Fine river sand is favoured in free draining areas, but should be replaced by screened salt or clay based soil where lower permeabilities are required. Failure to do so could result in piping along the trenchlines.

2.7 Installation in Fill

This is essentially similar to installation in shallow soil foundations. In clay fill the piezometer may either be placed in a sand pocket or in direct contact with the fill material. This latter operation is performed using a mandrel to form an impression into which the piezometer is placed. In rock fill the tip should be surrounded by clean coarse filter sand.

VIBRATING WIRE PIEZOMETER

3. INSTALLATION AND TERMINATION OF CABLES

3.1 General

The armoured cable should be laid in a trench deep enough to provide protection from mechanical damage. Alternatively in certain situations the cables may be run in protective conduits or cast into concrete. However great care should be taken to protect cables at interfaces between such relatively rigid conduits and flexible soil areas should this method be favoured.

3.2 Installation in Trenches

When cables are to be laid in a trench they should be protected for 150mm above and below by compact stone-free material normally sand, silt or clay. Although sand is often most convenient to use, only silty clay or clay should be used where the creation of a drainage path would be undesirable. Where the trench passes through the impervious clay core of an embankment dam additional cut-offs across the trench may be necessary. If the trench is to be backfilled using rockfill or coarse granular material the thickness of the protective layer over the cables should be increased to 250mm.

The cables should be laid loosely in the trench, snaked to prevent strain due to ground movements; in most cases a wavelength of 3m and an amplitude of 200mm should be sufficient. In certain cases it may be advisable to separate the cables from each other in the base of the trench. The cables should be strain relieved on crossing an interface where differential ground movements might be anticipated. The cables may also be looped at cable joints. The cables should be identified using coloured P.V.C. tape applied at regular intervals.

The correct functioning of the instrument should be checked before backfilling the trench. Compaction of backfill should be carried out using only hand operated equipment. It may be advisable to clearly mark out or survey the position of the instrument trench, particularly if there is to be further excavation or borehole drilling in the vicinity. A record of the trench position and depth should be kept.

3.3 Cable Jointing - Refer to Drawing Nos. A4/P5045 and A4/P5046.

It is desirable to minimise cable joints, but where they are unavoidable a special joint kit may be supplied. The effectiveness of this joint largely depends on the care with which the jointing operation is carried out.

VIBRATING WIRE PIEZOMETER

3.3.1 Preparation of the Cable

Thoroughly scrape all wax and dirt from each cable end for approx. 150mm. Prepare the cable ends as shown. Stagger the individual conductor connections.

3.3.2 Conductor Connections

Use the crimped connectors to join the conductors. Ensure Electrical continuity of outer armoured screen is re-established across joint. Use the electrical insulation tape to wrap the connectors. Stretch the tape to half its original width and apply one layer half lapped over connector area only. Do not wrap the tape beyond the pencilled area.

3.3.3 Fitting Mould

Trim the ends of the mould with a sharp knife to suit the diameter of the cable. Hold the mould halves in place centred over the splice. Snap both halves together and fit the pouring spouts in the holes. Ensure that both seams are completely snapped together. Tape the ends of the mould body to form a seal.

3.3.4 Filling with Resin

Mix the resin thoroughly and maintaining the mould in a level position, spouts uppermost, pour the resin through one spout until both spouts are completely filled. When the resin has solidified and cooled remove the spouts.

N.B. In cold weather (below 15 degrees C) the resin becomes very viscous. It is therefore advisable to keep the resin in a warm place prior to mixing. Mix the compound until its temperature starts to rise, this decreases the viscosity.

3.4 Termination of Cables

The cables are normally terminated in a 5-channel terminal box or 10 and 20 channel terminal units. The cables enter through waterproof glands. The terminal box has a cover secured by four screws whereas the terminal units have a hinged lid.

The cables are terminated as follows:-

3.4.1 Unscrew the cover or open the lid as appropriate. Unscrew the four fixing screws holding the terminal panel and carefully remove it without straining the connecting leads.

VIBRATING WIRE PIEZOMETER

3.4.2 Prepare the cables by stripping and cutting back 20 mm approx. of the outer insulation and armour. Remove the rubber packing and strip back 5 mm of the conductor insulation.

3.4.3 Slacken the entry glands and insert the cables. Make connections to the contact block (details of colour coding supplied with each instrument). Retighten the glands to grip the cables.

3.4.4 Replace the terminal panel and secure. Connect the readout to each instrument in turn to check connections.

VIBRATING WIRE PIEZOMETER

4. VIBRATING WIRE READOUT MK III FOR USE WITH VIBRATING WIRE TRANSDUCERS OPERATING INSTRUCTIONS

4.1 General

The equipment accepts inputs from any one of the vibrating wire transducers supplied by Soil Instruments Limited including surface and embedment strain gauges, load cells, earth pressure cells, all of which operate on the plucked principle of energisation.

The internal circuits include a digital counter by means of which the period of one hundred cycles of transducer output signal is presented on a 5-digit liquid crystal display.

The relationship between the displayed signal and the transducer parameter (i.e. strain, load, pressure, etc) is obtained either from conversion tables supplied with the equipment, and/or from calibration graphs supplied with the transducers.

The instrument incorporates an internal tuning fork which can be energised in the same manner as a transducer. The tuning fork develops a signal of standard frequency and hence generates a constant-period reading - thereby providing the means for a complete system check.

A loudspeaker and associated amplifier within the unit enable the audio frequency tone of the tuning fork and the input transducer to be monitored audibly, allowing the strain unit and transducer to be checked for correct functioning.

4.2 Controls

All the controls for the instrument are accessible on the front panel.

4.2.1 Inputs

The measuring instrument accepts a single input from one vibrating wire transducer. There are three types of input connector grouped under the heading VIBRATING WIRE GAUGE INPUTS. All operate in parallel:

- a) A pair of screw terminals; one red, one black.
- b) A 2-pole jack socket.
- c) A 2-pole coaxial socket.

When transducers with two leads not terminated in a connector are used, connections should be made to the two terminals after removing insulation from the wire ends, matching the colours of the terminals and connector leads.

If a jack plug is to be used, the jack tip should be wired to the RED (or 'live' signal) lead and the body to the black (or 'neutral' signal) lead.

It is not advisable to connect other types of equipment to the inputs without special protection circuitry as damage may result from the energisation voltages developed within the equipment.

If any uncertainty exists about the correct polarity of connection leads, the transducer should be wired up and the strength of the audio tone from the device compared with the volume when the alternative mode of connection is tried. The connection-mode giving the stronger signal is the correct one. (See 4.2).

4.2.2 On/Off Switch

The equipment is switched on and off by means of the ON/OFF toggle switch.

4.2.3 High-Low Switch

Two levels of transducer energisation voltage are provided; either being selected using the HIGH LOW toggle switch. The choice of level is governed by the voltage level - known as the pluck voltage - which gives the most consistent transducer output reading on the display, on successive 'plucks'. For the majority of transducers the results obtained will be found to be equally consistent on both settings of the HIGH LOW switch. As a general rule, transducers having a short wire length and/or a low level of power output on the loudspeaker should be operated in the HIGH mode, and all other types in the LOW mode.

4.2.4 Gauge/T.F. Ref Switch

The internal Tuning Fork Reference is selected when the GAUGE/T.F.REF switch is in the T.F. REF position. In the other position of this switch the input connectors (2.1) are coupled to the internal circuits.

4.2.5 Volume Control

The VOLUME control varies the level of signal output power from the internal loudspeaker.

VIBRATING WIRE PIEZOMETER

4.3 Power Supply

4.3.1 Battery

The instrument is powered by a single 9 volts dry battery. Ever Ready type PP9 or Vidor type VT9 or similar type, is suitable. (This type measures approximately 63.5 x 47.5 x 76 mm high, weighs 440 gms and has press stud terminals).

A battery is supplied with the instrument, enabling the equipment to be used immediately on receipt.

NOTE - The battery must not be left in the instrument for prolonged periods as battery deterioration may damage the equipment.

4.3.2 Battery Replacement

Access to the battery compartment is via the metal panel on the base of the wooden cabinet. Make sure the instrument is switched OFF and remove the fixing screws and metal panel to withdraw the battery. In later readout units two screws in the base of the wooden cabinet retain the front panel and all other working parts inside the cabinet. Having removed those screws the front panel can be lifted out of the cabinet with the battery inserted into its cavity. Remove and disconnect the old battery and replace it with a new one as specified above. Take care to replace the connector studs in the correct polarity.

4.3.3 Battery Life

No battery monitoring facility is provided and the necessity to replace a battery is determined by the performance of the equipment. This may be indicated, for example, by loss of signal power as indicated by the loudspeaker output, possibly combined with erratic readings of tuning fork signal.

4.4 Operation of the Equipment

4.4.1 Tuning Fork

Switch the instrument ON and select the Tuning Fork. Turn the Volume Control clockwise.

Shortly after switching on, the Tuning Fork will be 'plucked' and its constant-frequency tone will be heard on the loudspeaker, reducing in volume as the signal level decays.

After plucking, the period readings corresponding to 100 cycles of fork vibrating will be indicated on the display. This, typically, will be a reading of 10527.

VIBRATING WIRE PIEZOMETER

The instrument will continue to re-pluck at approximately 2.5 seconds intervals and the digital reading will be updated each time.

The Tuning Fork reading will remain constant to within ± 1 digit on successive plucks and at either setting of the HIGH LOW switch.

4.4.2 Gauge Inputs

Connect a vibrating wire transducer at the appropriate input terminals and set the GAUGE/T.F. REF switch to 'GAUGE'. Select the 'HIGH' mode on the HIGH/LOW switch. Switch the instrument ON.

The transducer will be plucked repetitively and the period of one hundred cycles of wire vibration (T) will be displayed. At the same time, the decaying transducer signal will be heard on the loudspeaker.

Under stable conditions of operation the displayed reading will vary only slightly - say by not more than ± 3 digits on successive plucks.

The effect of selecting the 'LOW' mode should be checked and comparisons made between the results obtained in the two modes of operation. The switch should be set to the position giving the consistent readings.

4.5 Interpretation of Results

4.5.1 Tuning Fork

The Tuning Fork used in the equipment is of a type having a nominal frequency f of 950 hertz, the period being $1/f$ seconds; i.e. 0.0010526 secs. The instrument measures one hundred cycles of signal but is scaled so that the display in units of 10 to the power of 5 seconds (i.e. 10 microseconds).

The Tuning Fork output will therefore be $100 \times 0.0010526 \times 10$ to the power of 5 and the display will indicate 10526 accordingly.

VIBRATING WIRE PIEZOMETER

5. THE VIBRATING WIRE PIEZOMETER DATA REDUCTION PROCEDURES

5.1 The Calibration and Installation Record Sheet

Figure 5.1 shows an example of The Calibration and Installation Record sheet as supplied with each vibrating wire piezometer. The form is designed to provide complete site record facilities for a single instrument and its application is self explanatory.

Piezometer Type:- 4W-1.1 Serial No: 115/01/087 Customer/Project E.N.N.Y.
Pressure Range DAM PROJECT

WORKS CALIBRATION DATA

Date Calibrated ..18/3/82..... Temperature ...18.5.....°C
Barometric Pressure .1016..... Millibars
Gauge Constant (K). 20.27.....

USER RECORD DATA

Local Identification MED. F/P2 Location STN. 625.400/Elevation .14.5...
Date Installed ..25/9/82..... Filter Type .HIGH AIR. Terminal
Point INST. HOUSE NO.1. TERM. BOX B. SWITCH POSN2.
Installed by A.A. SMITH Remarks BOREHOLE INSTALLATION FROM
EL. 20.82. 6M. D/S. OF ZONE 1
BOUNDARY

FIELD BASE DATA

Field Zero Pressure Reading (No) 5994... R/O Ser.. No. SFL...104
Ambient Temperature 22.2.°C Barometric Pressure ..1027. Millibars

FIELD READINGS

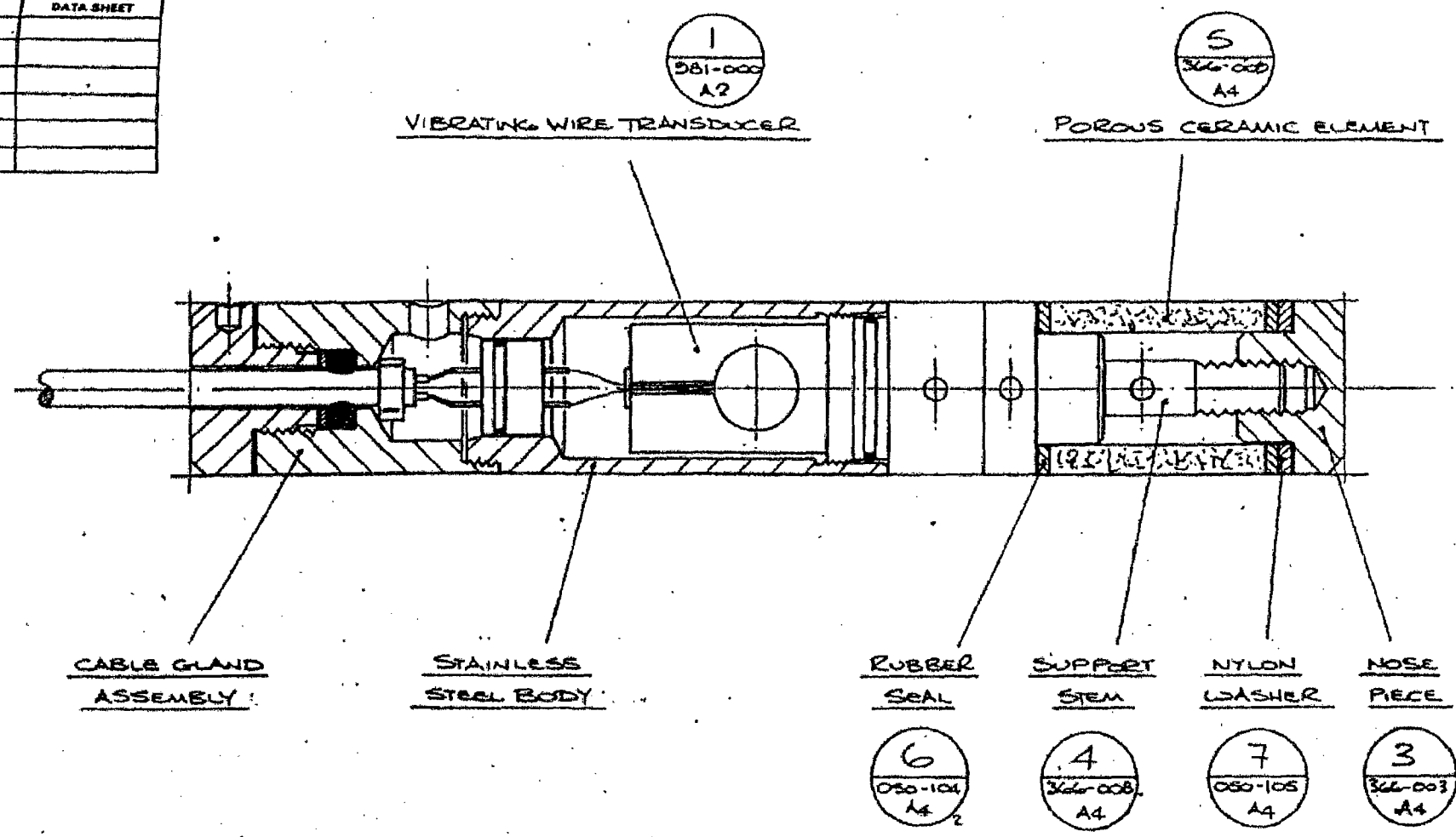
	Readout Displaying Period x 10 ⁷	Readout Displaying Frequency ² x 10 ⁻³
Routine Reading - Equivalent Pressure In Kg/cm ² (P)	$P = K \frac{(107 - 107)}{No^2 - Nr^2}$	$P = K (No - Nr) \times 10^{-4}$
Gauge Constant (K) - (See Note 1)	$K = \frac{R}{107 - 107}$ No ² Nr ²	$K = \frac{R}{No - Nr} \times 10^4$

Where R = Calibrated instrument range in Kg/cm².
No = Zero pressure reading displayed by readout.
Nr = Reading displayed by readout at full range pressure
P = Equivalent pressure in Kg/cm².
K = Gauge constant.
N1 = Routing Reading displayed by readout.

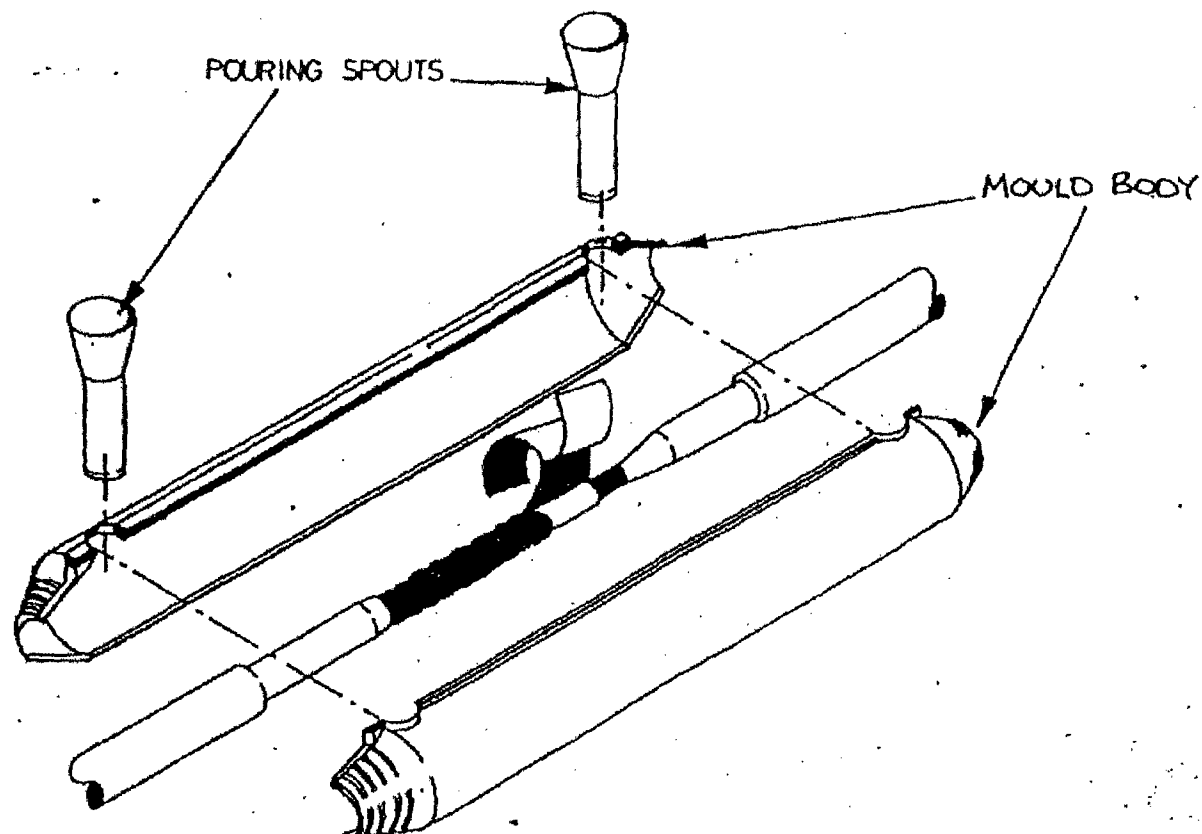
Note 1 The works gauge constant may be checked by user after re-calibration by applying the above formula.

Note 2 For data on temperature and barometric pressure effects refer to users manual.

DO NOT SCALE	
USED ON	
SYSTEM/ASSY.	DATA SHEET



				MATERIAL _____	DRAWN RJD	TITLE VIBRATING WIRE PIEZOMETER TIP ASSEMBLY
				FINISH _____	CHKD.	
				INCHES	DATE 21.10.86	Soil Instruments Ltd Bell Lane, Uckfield, East Sussex, TN22 1QL Tel: Uckfield (0825) 5044 . Telex: 95123
				TOLERANCES	SCALE 1:1	
				METRIC	APPROVED	ORG. No. A3/ 886-000
				FRACTIONAL $\pm 1/64$ DECIMAL $\pm .005$ UNLESS OTHERWISE STATED.	DIMENSIONS $\pm 0.25\text{mm}$ UNLESS OTHERWISE STATED.	
2	28.10.86	Re-DRAWN	RD			
ISS.	DATE	REVISION	SIG.			



IMPORTANT: Cables and connector must be centred in mold.

TITLE CABLE JOINTING KIT
WRAPPING ELECTRICAL
CONNECTOR & FITTING MOULD

Soil Instruments Ltd.

Bell Lane, Uckfield, East Sussex TN22 1QL.
Tel: Uckfield (0825) 5044 Telex 95123

DATE

6.11.86

DRG. NO.

A4 P5046

EMBALSE SANTA JUANA

INSTALACION DE PIEZOMETROS ELECTRICOS

INTRODUCCION:

El proyecto del Embalse Santa Juana contempla la instalación de dos piezómetros eléctricos de tipo cuerda vibrante en el entorno de aguas abajo de la pared moldeada, para la determinación de napas freáticas en dicha zona. Se presenta una descripción de los aparatos de medición, una metodología de la instalación de los sensores y además los detalles pertinentes a la confección de los rellenos que circundan los cables de interconexión.

PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE:

Descripción

Según se presenta en la Figura A3/886-000 el piezómetro eléctrico de cuerda vibrante comprende un sensor de presión que está acoplado a una cavidad porosa. El conjunto metálico está constituido por acero inoxidable. El sensor es una unidad independiente dentro del cuerpo del piezómetro y consiste básicamente en un alambre sensor, un diafragma y un sistema de excitación de la cuerda. Todo el sistema es sellado mediante resina epóxica. Se incluye un protector de sobrecarga en su diseño, para contrarrestar las inducciones parásitas durante tempestades eléctricas.

Principio de Operación

El transductor consiste en un cilindro rígido, sellado mediante una contratapa y en su extremo opuesto provisto de un delgado y elástico diafragma que actúa como sensor de presión. Entre los centros del diafragma y su contratapa se instala un alambre pretensado y firmemente anclado durante su confección. Al centro de esta cuerda se fija un conjunto de un imán magnético con un devanado espiral que constituye el sistema de excitación y lectura de la frecuencia resonante de dicho alambre.

La presión de poro intersticial del suelo actúa contra el diafragma y causa una deflexión de ella, cambiando consecuentemente la tensión de la cuerda y de su frecuencia natural de vibración. El sistema lector aplica una excitación eléctrica al conjunto imán-devanado el cual hace oscilar la cuerda en su frecuencia natural. Este mismo sistema eléctrico a su vez capta la oscilación y genera una señal alterna sinusoidal y asintótica cuya frecuencia es idéntica a la frecuencia natural de la cuerda. El sistema lector convierte el voltaje sinusoidal a una señal cuadrada y el tiempo de oscilación se determina mediante un oscilador de frecuencia. De este modo se determina en forma precisa el período de oscilación del sistema.

La relación de frecuencia con la presión aplicada al sensor es lineal. Las lecturas se efectúan determinando el período de la cuerda, por lo cual el sistema de lectura calcula mediante procesadores y entrega una relación lineal en unidades de ingeniería, previa introducción de las constantes de calibración de cada sensor.

Para instalaciones enterradas de estos sensores las variaciones térmicas dentro del suelo son muy pequeñas, por lo cual su incidencia en la precisión de los resultados es ínfima.

La presión barométrica causa diferencias en las lecturas, por lo cual puede considerarse que 10 milibares de presión atmosférica equivalen a 100 mm de altura de agua, situación que debe ser analizada de acuerdo a las exigencias del proyecto. Tratándose de suelos relativamente gruesos, la incidencia de las variaciones barométricas no presenta incidencia en los resultados.

PREPARACION DEL SENSOR PREVIO A LA INSTALACION.

El piezómetro está provisto de un terminal de cable instalado durante su confección y debe agregarse la longitud necesaria para cada instalación. Todas las uniones deben ser efectuadas mediante mufas de resina epóxica, de modo de garantizar la impermeabilidad del conjunto.

Deberá saturarse la piedra porosa y la cavidad del piezómetro, para lo cual el montaje deberá realizarse bajo agua. El piezómetro así saturado, se instalará en su ubicación definitiva en obra.

INSTALACION EN ZANJA

En la figura adjunta se presenta la escuadría de la zanja para la instalación del piezómetro y cuyas características generales son:

- Los rellenos deberán tener una altura de 1 m por sobre el nivel de instalación del cable de conexión. Se deberá considerar una excavación adicional de 20 cm para la colocación de la capa base de protección del cable.

- Se efectuará una excavación manual de 50 cm de profundidad para alojar el piezómetro propiamente tal. El relleno circundante al piezómetro será el mismo material tamizado bajo malla #4 y compactado manualmente, virtualmente saturado. Se colocará un sello a nivel de salida de los cables constituido por bentonita pura y en un espesor de 10 cm, obturando la excavación manual y la zanja.

- En la zanja se colocará, como se estableció anteriormente una capa base de 20 cm de material base (Arena limosa) y se compactará con pisón mecánico.

-Para la instalación de los cables se colocará éste en forma serpenteada en la zanja (un 4 % de sobrelargo) y se cubrirá con una capa de 2 cm de bentonita pura, en un ancho total de 25 cm. Luego se levantará el cable para dejarlo en la superficie y se cubrirá con 2 cm adicionales del mismo material.

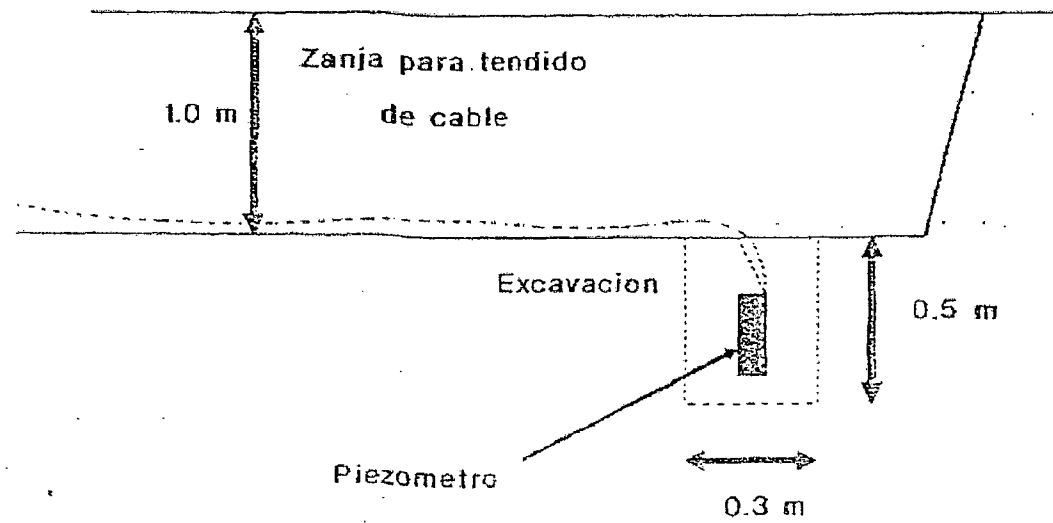
-La instalación se cubrirá con el mismo material fino (Arena Limosa) en un espesor de 20 cm y se compactará. Los rellenos adicionales se efectuarán en capas de 40 cm de espesor.

-En el sector del piezómetro propiamente tal no se compactará con un sistema pesado, en un radio de 6 m y de una altura de 3 m, determinado por la posición del sensor.

-Finalmente se verificará el correcto funcionamiento del aparato sensor, estabilizada la temperatura del conjunto y se determinará la lectura Cero o patrón.

-La salida de los cables hacia el sector de aguas arriba se protegerá adecuadamente, para evitar dañar los conductores.

Esquema de instalacion de piezometros



**MANUAL DE OPERACIÓN
PROGRAMA DE OPERACIÓN EN
TERRENO QTSSA**

C. FAHRENKROG Y CIA LTDA
Instrumentación de Obras Civiles

EQUIPO SISMICO

SSA-2

KINEMATRICS INC

**PROGRAMA DE OPERACION
EN TERRENO
QTSSA**

MANUAL SIMPLIFICADO DE OPERACION

PUESTA EN MARCHA DE COMPUTADOR LAP-TOP ACER

***Prender Equipo (Botón Izquierdo superior)**

Nota: No tocar mouse ni teclado durante el arranque, esto demora aprox 1 minuto

***Configurar la puerta serial a 38400 Baudios**

Entrar por: INICIO clic

Entrar en configuración --- Panel de control -clic

Entrar en Sistema - clic

Entrar en Administrador de Dispositivos clic

Elegir Puertos - clic

Elegir COM1

Elegir configuración de puerto -clic

Elegir 38400 Bits por Segundo

Aceptar

Cerrar con X (dos veces)

***Entrar INICIO**

Apagar Sistema

Reiniciar el equipo en modo DOS -- Si

Demora 15 segundos

C:\WINDOWS> cd..

cd QTSSA

C:\QTSSA>qtssa

Invocado el programa

Entrar directamente en

D SSA Data Retrieval

!!! - Recordar al salir de poner el equipo en AQ - !!!

**CUALQUIER ACTIVIDAD DEBE SER
REALIZADA POR PERSONAL
CALIFICADO**

**LEA LOS MANUALES ANTES PARA
SABER QUE REALIZAR.
¡¡¡NO IMPROVIZAR!!!**

Síntesis de Operación:

Sistema usual en adquisición de datos
-la interrogación desconecta la facultad
de captación de datos
-una vez finalizada cualquier actividad
Pasar a condición adquisición de datos:

<u>Acción local</u>	<u>Pantalla</u>
Entrar en Terminal Loop (enter)	(en blanco)
tepear Backslash \ (enter)	1 [FN- ALT - 92 (en azul)]
aparece ? (enter)	?
* aparato en monitor	*
<u>Tepear aq</u>	*aq
(enter)	N x AAA 1024

en que:

N = not busy B = busy

x = número de eventos en memoria

AAA = páginas de memoria utilizada (0>AAA>1024)

1024 total de paginas de memoria

% de Memoria utilizada = AAA/1024

Tepear x (exit program=salir)

Finalmente desconectar y reponer protecciones

¡¡No intervenir en otros programas!!

QTSSA - QuickTalk (R) for the SSA - ver 1.51

Copyright (c) 1990,1991,1992,1993 Kinemetrics, Inc.
Written by Terry Johnson/Linda R Emery - 10 may 1993

C:> QTSSA>qtssa(.exe)
Invocando el programa
se dispone del menu de operación

[F1] Help Kinem

[ESC] Quit/Exit

[Main Menu]

I Initialize SSA menu
P Parameter menu
*D SSA Data retrieval
E Event display menu
U Utility menu
W SWS-1 menu
X eXperimental user module
H Host transfer menu
L Laplink III
T load new .seT file
C Configuration menus
F local File directory
S Shell to dos
Q Quit program

Fijar velocidad de
comunicación serial:
38.400 baud

[F1] Help Kinemetrics Inc.

[ESC] Quit/Exit

[Main Menu]

Initialize SSA menu
parameter menu
SSA Data retrieval
Event display menu
Utility menu
SWS-1 menu
experimental user module
Host transfer menu
Laplink III
load new .seT file
Configuration menus
local File directory
Shell to dos
Quit program

Programa de iniciación
(del instrumento SSA-2)
¡¡NO UTILIZAR!!!
(BORRA LOS ARCHIVOS)

Help: Kinemetrics Inc. QTSSA [ESC] Quit/Exit

[Main Menu]

[Initialization Menu]

L terminal Loop
I Initialize SSA
X exit module

W SWS-1 menu
X experimental user module
H Host transfer menu
L Laplink III
T load new .seT file
C Configuration menus
P local File directory
S Shell to dos
Q Quit program

Help: Kinemetrics Inc. QTSSA [ESC] Quit/Exit

[Main Menu]

I Initialize SSA menu
P Parameter menu
D SSA Data retrieval
E Event display menu
U Utility menu
W SWS-1 menu
X eXperimental user module
H Host transfer menu
L Laplink III
T load new .set file
C Configuration menus
P local File directory
S Shell to dos
Q Quit program

Para modificación de
parámetros de operación
(Utilizar sólo por personal calificado)

1) Help Kinometrics Inc. QTSSA [ESC] Quit/Exit

[Main Menu]

[Parameter Menu]

P Parameter Worksheet
S Send parameter file
C Capture parameter file
E Edit parameter file
T Terminal loop
X exit module

L Laplink III
T load new .set file
C Configuration menus
P local File directory
S Shell to dos
Q Quit program

1) Help Kinometrics Inc. QTSSA [ESC] Quit/Exit

[Main Menu]

- Initialize SSA menu
- Parameter menu
- SSA Data retrieval
- Event display menu
- Utility menu
- SWS-1 menu
- Experimental user module
- Host transfer menu
- Laplink III
- load new .set file
- Configuration menus
- local File directory
- Shell to dos
- Quit program

Para extracción de datos
 Sistema autoexplicativo en pantalla
 Identificación evento
 Definir eventos a extraer
 Fijar:

Help: Kinemetrics Inc. QTSSA [ESC] Quit/Exit

[Main Menu]

[Data Retrieve Menu]

- S auto receive .ssa file
- I auto receive .img memory image
- Q auto receive .sqa file
- M Manual receive file
- C Crc SSA's files
- L QLSSA
- E Erase SSA's memory
- T Terminal loop
- D Data dir
- X eXit module

Establishing
 communications
 link with SSA-1/2

Shell to dos
 Quit program

Help: Kinemetrics Inc. QTSSA [ESC] Quit/Exit

[Main Menu]

[Data Retrieve Menu]

- ⑤ auto receive .SSa file
- I auto receive .Img memory image
- Q auto receive .sQa file
- M Manual receive file
- C Crc SSA's files
- L QLSSA
- E Erase SSA's memory
- T Terminal loop
- D Data dir
- X eXit module

Shell to dos
Quit program

Permite visión rápida
de archivos locales

Help Kinometrics Inc. QTSSA [ESC] Quit/Exit

[Main Menu]

- I Initialize SSA menu
- P Parameter menu
- D SSA Data retrieval
- E Event display menu
- U Utility menu
- W SWS-1 menu
- X eXperimental user module

C:\QTSSA*.SSA

BSLAVE.SSA	CAL01001.SSA	CAL01002.SSA	CAL02001.SSA	CAL02002.SSA
CAL03001.SSA	CAL03002.SSA	CAL04001.SSA	CAL04002.SSA	EVE01001.SSA
EVE02001.SSA	EVE02002.SSA	EVE03001.SSA	EVE03002.SSA	EVE04001.SSA
EVE04003.SSA	JUANA004.SSA	JUANA011.SSA	JUANA020.SSA	JUANA021.SSA
MASTER.SSA	SLAVE.SSA	TEST.SSA		

[Main Menu]

- Initialize SSA menu
- Parameter menu
- SSA Data retrieval
- Event display menu
- Utility menu
- SWS-1 menu
- eXperimental user module
- Host transfer menu
- Laplink III
- load new .set file
- Configuration menus
- local file directory
- Shell to dos
- Quit program

Programa QLSSA
 Permite ver un evento
 El evento ya debe estar en disco
 (C: ó A:)

Help Kinometrics Inc. QTSSA [ESC] Quit/Exit

[Main Menu]

[Data Retrieve Menu]

- S auto receive .sSa file
- I auto receive .Img memory image
- Q auto receive .sQa file
- M Manual receive file
- C Crc SSA's files
- ☒ QLSSA
- E Erase SSA's memory
- T Terminal loop
- D Data dir
- X eXit module

Shell to dos

Quit program

Help Kinometrics Inc. QTSSA [ESC] Quit/Exit

DESCRIPCION GENERAL ACELERÓMETRO

ACEUE RÓMETRO**1.3 General Description**

The Kinemetrics SSA-2 is a fully self-contained, 3 channel digital recording strong motion accelerometer. The unit contains electronics, sensors, battery power and data storage all in a water tight enclosure.

Acceleration data from the three sensors are digitized by the A/D Converter on the Analog to Digital Converter/Power Supply (ADCPS) board and are continuously monitored for signals that satisfy event detection criteria. When these criteria are satisfied, the event is stored in CMOS battery-backed-up RAM until later retrieval by the user.

The SSA-2 employs two NSC-800 microprocessors and other large scale integrated circuits. The Dual Processor (DPU) board controls the acquisition, Input/Output and is also the Data RAM Controller for the RAM board(s).

The data is stored on the RAM board which has two 1024 kilobit ICs for 256 kilobytes of memory. Optionally, this can be expanded to 512 k, 1M, or 2 megabytes of CMOS RAM.

The SSA-2 can be operated as a single unit, or interconnected in sets of several units for large multi-channel applications.

A micro-power, low accuracy, time-of-year clock is included with the basic unit for event identification time. Optional time code generators or radio receivers can be installed to provide common timing for interconnected units as well as for higher basic timing accuracy.

For field data retrieval and control of the SSA-2, all that is required is an IBM PC compatible portable computer, thus saving the expense of a specialized dedicated playback system.

For complete processing of strong motion events recorded on the SSA-2 and for use with the IBM (or 100% compatible) personal computer, a full set of software is available from Kinemetrics Systems.

MANUAL DE OPERACIÓN PROGRAMA WINSID

C. FAHRENKROG Y CÍA LTDA
Instrumentación de Obras Civiles

EMBALSE SANTA JUANA

EQUIPO DE REGISTRO GEOTÉCNICO

SOIL INSTRUMENTS LTD.

MANUAL RÁPIDO DE OPERACIÓN

Consola VIBRATING WIRE LOGGER. - PROGRAMA WINSID

Manejo simplificado de transferencia y manejo de datos

1997

MANUAL SIMPLIFICADO

ALCANCES GENERALES Y ENTORNO DE OPERACIÓN

Usualmente esta labor se efectuará en oficina.

La operación del programa WINSID se indica en arial (Bajo WINDOWS 95)

La operación de la consola Logger se indica en Casternet

****Insertar llave electrónica en puerta Paralela y reconexionar impresora****
(sin llave no se puede salvar ni enviar a la impresora)

Puesta en marcha del computador :

- + En idioma Inglés Great Britain
con Punto separador decimal.
- ° Cambiar en - Panel de Control
-- Internacional
- + Velocidad de comunicación:
9600, 8, None, 1, Xon/Xoff
- ° Cambiar en - Panel de Control
-- Sistema
-- Adm. dispositivos
-- Puertos (COM1)

Entrar con Acceso directo a WINSID

Consola Logger

En terreno las lecturas se salvan mediante SAVE (Cada una de ellas individualmente)

Conectar cordón transferencia entre serial port y Puerta serial 9 pines
(toda conexión se realiza antes de prender los equipos.)

Todos los equipos y el programa deben tener los mismos protocolos (Baudios, etc.)

Consola logger : Prender ON

FN 2

Select > log dump (save)

Dump Log in : Engineering Units (save)

Ready to dump log - Press 1 to dump log (1)

<<<Dumping log (Vacía los datos al computador.)>>> (al final)

En computador :

Acceso directo a Winsid

>

Site Control

>

c:\sid97\stajuana

> EMBALSE SANTA JUANA
DIRECCIÓN DE RIEGO

>OK Procesa ingreso (Azul en recuadro)

Import Data (Carátula inicio)

>

Intermediate File - Select

: Dar nombre al archivo intermedio de dato

Ej : DATOS123.TXF

(Con sufijo .txf (que debe tipearse)).

Aceptar

y aceptar nuevamente

Verificar parámetros de comunicación en programa WINSID :

Baud rate 9600, 8 bits, parity none, stop bit 1 en los recuadros inferiores

Todos los elementos deben estar calzados a los mismos protocolos

Recuadro Processing

Select file

y se acepta nuevamente

Import

(Downloading =Vaciando datos)

Consola

Dump (Press 1)

**En pantalla vacía los resultados en el
recuadro**

(Sin Problemas = Download successfull)

Recuadro Processing

Decode

Decode verify :

(Parámetros de decodificación :

Logger Type SIL port. Logger

Channels Table : stajuana. Dlg

Int. File : c : \ sid97 \ Datos123.bxf

Aceptar (Avance en recuadro azul)

Data Control

Verificar datos descodificados por
cada tipo de instrumento.

ANÁLISIS DE DATOS :

Para ubicar los sensores :

Data control Box :

<i>Instrument Type</i>	<i>Instrument Class</i>	<i>Tipo sensor</i>
Piezometer	Vibrating Wire	Piezómetros basales (2)
(flip)Others	Vib. Wire Joint Meter	Med. de Juntas (26)
Others	(flip) VW Strain Gauge	Med. Deform. Horm.(34)
Others	(flip) VW Thermometer	Termómetro (4)

(Obs : Validar (Y ó N) con criterio las lecturas, sacando lecturas erradas)

Cualquier cambio a los datos debe ser salvado : Save

Auto Date

Reordena (todos) los datos en forma cronológica

Output

Seleccionar instrumento único o por grupos

Opción Actual =único : Seleccionar -No-

Enlarge

Agranda gráfico, permite malla (Grid) y enviar a Printer

Esperar el término de los dibujos

Exit

Salir (Local y General)

Evitar la salida no-ordenada (Saltándose pasos de cierre).

ARRANQUE DE COMPUTADOR ACER LAPTOP:

iii - Recordar de poner el equipo en AQ al salir !!!

APARATO LECTOR DEL MEDIDOR CONTINUO DE NIVEL

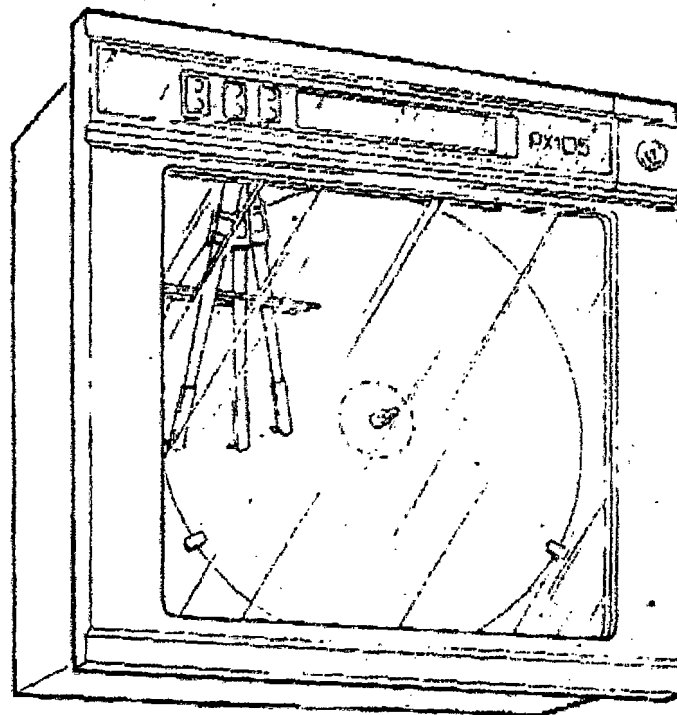


ABB Kent-Taylor



5 FAMILIARISATION WITH CONTROLS, DISPLAY AND L.E.D. INDICATION

The tactile membrane switches, display and alarm l.e.d.s are located above the chart. Open the door for access to these controls.

5.1 Controls – Fig. 5.1

The controls comprise tactile membrane switches requiring only moderate finger pressure for operation.



'Pen Lift' switch – Used to raise and lower the pens on alternate operations. All the pens move to an automatic referencing position just outside full scale on the chart when raised using the 'Pen Lift' switch.

Note. If the 'Pen Lift' switch is not pressed to lower the pens, the pens automatically return to their operating positions after a five minute delay.



'Channel' switch – used to select the channel, or common settings, to be programmed (see Fig. 8.2 on page 23).



'Page Advance' switch – used to advance to the next program page (see Fig. 8.2 on page 23).



'Parameter Advance' switch – used for advancing to the next parameter within a program page or, if in Operating Page 1 (Section 7), for stopping automatic parameter advancement, i.e. for viewing individual measured values.



'Raise' switch – used for increasing a parameter value or stepping-up through a selection of parameters (see Note 1).



'Lower' switch – used for decreasing a parameter value or stepping-down through a selection of parameters (see Note 1).



'Decimal point' switch – used to adjust the decimal point position during programming of certain parameters.



'Enter' switch – used for storing the programmed function parameters and values into the instrument's non-volatile memory (see Note 2).

Notes.

1. Continued pressure on the 'Raise' and 'Lower' switches causes the rate of change of the displayed value to increase. To make small adjustments press the switches momentarily. Operation of the 'Raise' and 'Lower' switches during programming causes the value or parameter being changed to flash until the 'Enter' switch is pressed. If left flashing for approximately five minutes the display reverts to its original value.
2. The 'Enter' switch must be operated each time a parameter or value is changed otherwise, on advancing to the next parameter, the value reverts to that originally displayed.

5.2 Display – Fig. 5.1

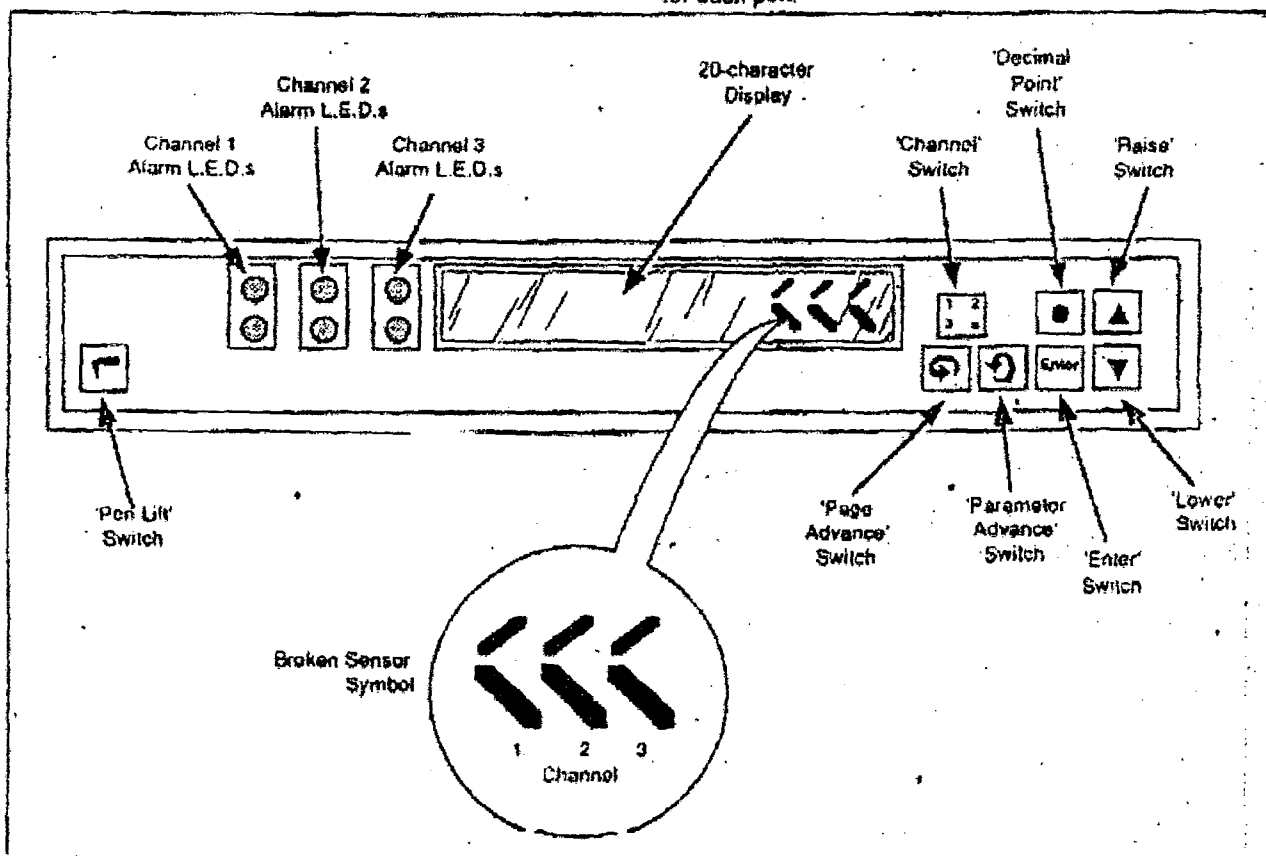
A 20-character 5 x 7 dot matrix, blue-filtered, vacuum fluorescent display is used for display of all operating and programming parameters.

5.2.1 Broken Sensor

The position of broken sensor symbols on the display identifies the channel affected – see Fig. 5.1.

5.3 Alarm L.E.D. Indication – Fig. 5.1

Alarm states are indicated by a vertical pair of red/green l.e.d.s for each pen.



6 GETTING UP

6.1 Recorder Start-up

CAUTION. Ensure that all connections, especially to the earth stud, are made correctly.

Check that:

- a) The input sensors are correctly installed.
- b) The red pen tip coincides with the correct time line on the chart – see step (5) below. (To avoid collision the green pen writes approximately 4mm ahead of the red pen and the blue pen writes approximately 4mm behind the red pen, with respect to time.)

Note. Only the red pen can follow precisely the time line on the chart, since the other pen trees are at different radii from the common pivot. On instruments fitted with an event pen the event marker draws on the same time line as the red pen.

Switch on the supply to the instrument, any power-operated control circuits and the input signals and wait for the pens to settle. (Pen lifting, referencing and lowering occur automatically when the power is first switched on.) 'TEST IN PROGRESS' is displayed for approximately five seconds to allow for internal referencing. The recorder then reverts to a display of the measured value(s) – see Section 7.1.

6.2 Fitting the Chart – Fig. 6.1

Ensure the power supply is on.

- (1) Press the 'Pen Lift' switch.
- (2) Lift the chart clamp and remove the old chart, if the recorder is already in use.
- (3) Fit the new chart on to the spindle, ensuring that it is beneath all the pen lifter arms.
- (4) Locate the lower edges of the chart in the retaining slots and the upper edge under the control panel.
- (5) Rotate the chart on the spindle until it is positioned for correct time recording by the red pen. Use the marker on the chassis as a guide only.
- (6) Lower the chart clamp and press on it firmly to ensure that the two locating pins pierce the paper.

If the instrument is already in use press the pen 'Raise/Lower' switch, otherwise proceed to Section 7.

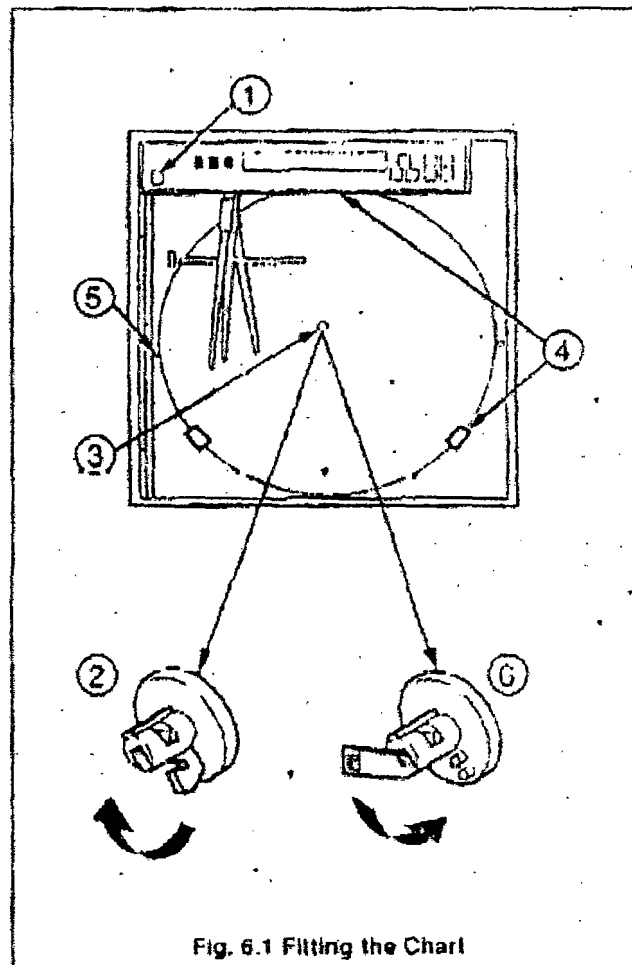


Fig. 6.1 Fitting the Chart

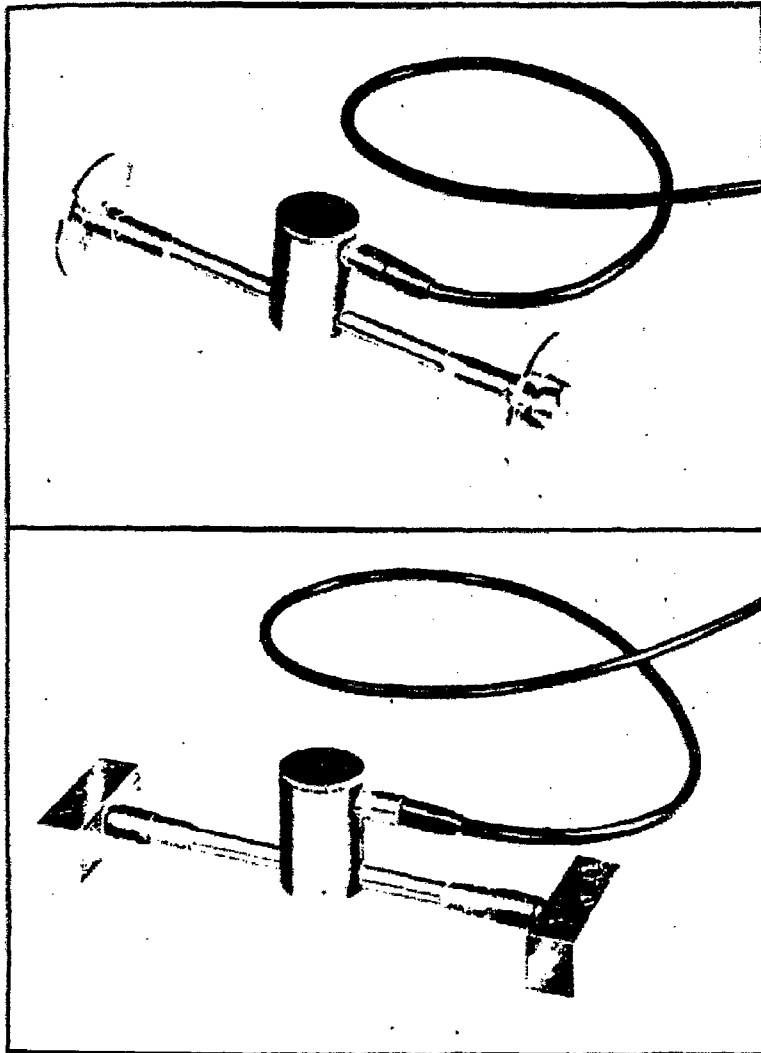
PIEZOMETRO ELECTRICO (CATALOGO)

Soil Instruments Limited

Bell Lane, Uckfield, Sussex, England



Waterproof Strain Gauges Types TSR/5.5/WP AND TES/5.5/WP



Two new strain gauges have recently been introduced by Gage Technique Limited to meet an ever increasing demand for transducers capable of operating in structures subjected to water under pressure.

The gauges, type TSR/5.5/WP for surface mounting and TES/5.5/WP for embedment in concrete are both of all metal construction and have been developed from the standard strain gauges designed by the Transport and Road Research Laboratory and marketed by Soil Instruments Limited since 1969. The waterproof strain gauges have been developed in conjunction with Imperial College London and

incorporate the latest techniques which make these gauges suitable for withstanding both the ingress of water and the hostile environment found on large construction sites. Both gauges utilise a fully sealed vibrating wire element thus avoiding the possibility of water entering the gauge tube and preventing the wire from vibrating freely. The wire clamp screws and pins are sealed using pre-formed end caps for embedment gauges or cover plates for surface gauges by means of an anaerobic hydraulic sealant.

The surface gauge mounting blocks have tube holders sealed in position by the same hydraulic sealant, and

the junction between gauge tube and tube holder is then covered with a flexible heat-shrink sleeving. This ensures that the gauge is waterproof and that it retains as little stiffness as possible.

The flanges of the embedment gauge are also sealed to the gauge tube by means of the hydraulic sealant. This junction is again covered by the heat-shrink sleeving. This not only provides two separate seals at a possible point of water entry but ensures that should the joint between the flange and gauge tube become damaged during casting, a waterproof seal remains intact.

Gauge tube and coil housing are soldered to give a strong mechanical seal and the waterproof polyurethane cable is sealed to the coil housing by heat shrink sleeving to give a flexible point of entry. Gauges supplied to these designs are tensioned and sealed then pressure tested to 15 bar (over 200 p.s.i.) water pressure to ensure that all gauges are fully waterproof before despatch.

The above types of gauge may also be used to measure changes in temperature by measuring changes in electrical resistance of the plucking coil. This is an ideal method as the coil is only a few millimetres away from the vibrating wire. By knowing both the resistance of the gauge coil at a specific temperature and the amount that the resistance alters as the temperature varies it is possible to monitor changes in temperature simply by measuring the coil resistance.

All strain and temperature gauges are supplied with three conductor cable to compensate for the effects of lead resistance.

Standard gauge length of both surface mounting and embedment gauges is 140 mm but other lengths in the range from 50 mm to 250 mm can be supplied.

Gauges can be supplied with contoured end blocks for mounting on reinforcement bars.

TECHNICAL DATA

Gauge type:

TSR/5.5/WP and TES/5.5/WP

Gauge Equation:

$$\delta\epsilon = k \times (f_1^2 - f_2^2) \times 10^{-3} \text{ microstrain}$$

where $\delta\epsilon$ is strain change

k is gauge constant

f_1 is datum frequency in Hertz

f_2 is frequency after loading in Hertz

Note: Positive sign indicates compressive strain

Gauge Constant:

$$k = 3.0 \times 10^{-3} \text{ Microstrain per frequency}^2$$

Gauge Length:

140 mm (5.5 inches)

Strain Range:

Greater than 3000 microstrain

Resolution Attainable:

0.5 microstrain

Coil Resistance:

100 ohms nominal (Temperature gauge coils 99.2 ± 0.5 ohms)

Energising Voltage:

24 volts or 36 volts positive pulse
10-20 milliseconds

Temperature Coefficient:

$$11 \times 10^{-6} \text{ per degree centigrade}$$

Temperature Equation:

$$R_t = R_{20} (1 + \alpha [t - 20]) \text{ ohms}$$

where R is gauge resistance at t °C

R_{20} is gauge resistance at 20°C
 α is temperature coefficient of resistance of gauge coil
t is the temperature in °C

Soil Instruments Limited
Bell Lane, Uckfield, Sussex, England



Applications

The vibrating wire piezometer is designed for the accurate measurement of pore water pressures in fully or partially saturated soil and rock, including:

- Monitoring pore water pressures in foundations, embankments, retaining walls and dams.
- Stability investigations of natural and cut slopes.
- Stability investigations of tunnels, mines, pipelines and other underground engineering works.
- Drawdown and recovery testing in pumping wells, observation wells and reservoir embankments.
- Monitoring pore water pressure during de-watering, drainage work and permeability testing.
- Geohydrological investigations, including ground water elevation, wells, irrigation and water supply.
- Measurement of pore water pressures for applications related to waste and environmental management including landfill sites, pollution control and pipeline leakages.

Operating Principle

The piezometer tip comprises a porous element integral with a diaphragm type vibrating wire pressure transducer, installed in boreholes or placed in fill materials. A screened cable connects the transducer to a terminal box or direct to the readout unit.

The vibrating wire pressure transducer consists of a vibrating steel wire, retained at one end of the diaphragm and at the other end to the body of the sensing element. The mode of operation is by plucking (non-sustained oscillation) of the vibrating wire. The wire, vibrating at its resonant frequency, which is relative to the tension in the wire, induces an alternating current in a coil which is detected by the readout unit. In this way the period of oscillation is accurately measured. Readings are made by measuring the elapsed time for 100 cycles. The readout then displays the information in engineering units. Frequency throughout the pressure range is approximately from 1600 Hz to 3000 Hz from zero pressure to full scale.

Vibrating Wire Piezometer

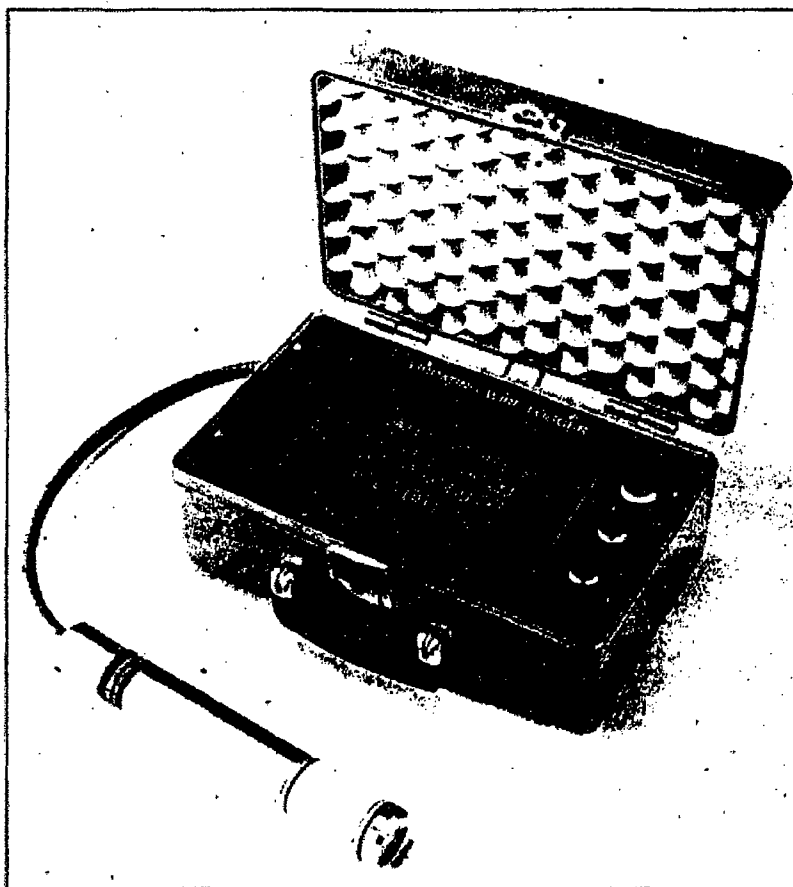
Advantages and Limitations

- Accurate, robust and with very good long term stability.
- Accuracy unaffected by cable length.
- Low volume change therefore fast response to pore pressure changes.
- Manufactured from stainless steel 316 and hermetically sealed.
- Design prevents case stresses from affecting readings.
- Connecting cable is strong, screened and flexible and can be used in lengths in excess of 1000m.
- Overvoltage surge arrester fitted to protect against electrical damage.
- Suitable for remote reading, scanning and data logging.
- Capable of measuring negative pore pressures to -5 metres head of water.

- Suitable as pressure transducers for non geotechnical applications.

Performance

- Piezometers and Transducers available with ranges up to 1500 metres head of water (150 Bar).
- Accuracy: $\pm 0.1\%$ F.S.D.
- Overrange capacity: 100% of range.
- Temperature effect: 0.02% F.S.D./ °C (typical).
- Operating temperature: -20 to +70 °C.
- Operating frequency: 1600 to 3000 Hz.
- Cable: 2 core screened/armoured.
- Filter elements available: Low Air Entry Ceramic: Pore diameter approximately 50 microns. High Air Entry Ceramic: Pore diameter approximately 1 micron.



Piezometer Tip
1.10 to 1.25

Portable Vibrating Wire
Readout/Logger 5.10



Installation

Borehole Installation - Sand Cell

The hole, diameter 75-200mm, is usually driven in soils using shell and auger techniques and rocks with rotary drilling. The sides of the hole in the vicinity of the piezometer tip should be free from mudcake and debris. If the hole requires casing, this is withdrawn to keep pace with the installation. Coarse, clean filter material is placed through water to the proposed base of the piezometer tip. The piezometer tip having been soaked in water for at least 24 hours is inserted in the borehole. Further filter sand is poured until the tip is covered by at least 150mm.

A plug to prevent entry of grout into the sand cell is usually placed in the form of bentonite pellets, balls of stiff bentonite or bentonite granules dropped through water. Backfilling is completed to ground surface with impervious grout, generally a bentonite-cement mix placed through a tremie pipe which is positioned above the bentonite plug and withdrawn as grouting proceeds. Alternatively for shallow holes backfill may be carried out using bentonite/cement pellets. When placing of sand filter material is difficult or drilling of large diameter holes uneconomic, the piezometer tip may be installed in percussive drilled holes greater than 45mm diameter.

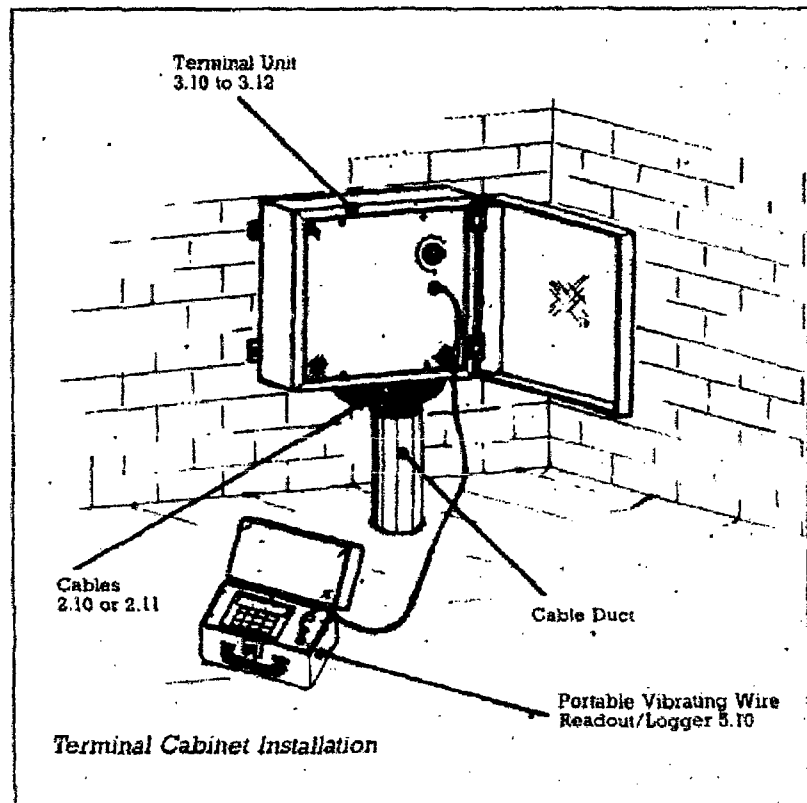
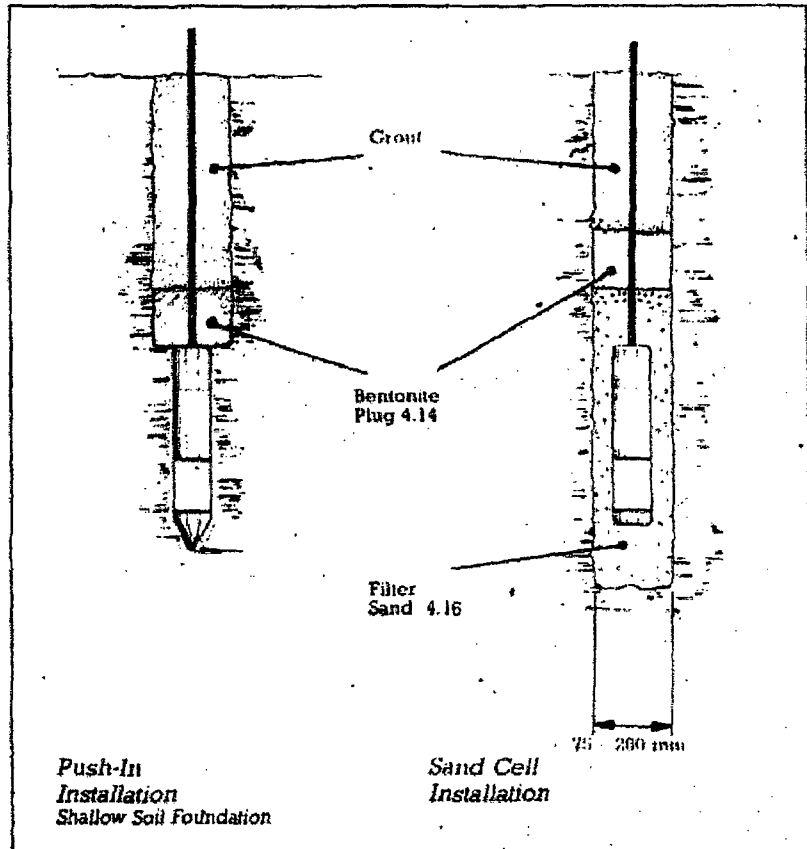
Shallow Soil Foundations

A shallow trench is excavated to take the cable and to remove grass and root material from the vicinity of the tip. The piezometer tip can be pushed into soft soils, using a placing adaptor and placing tubes. Alternatively short holes may be drilled with a hand or powered auger and the tip pushed a further 300mm into soil at the base of the hole.

Installation of Piezometer Cables and Terminal equipment

Piezometer cables must be protected from mechanical damage. In earthworks they are grouped loosely at the base of a trench approximately 600mm deep, protected above and below with 150mm of stone-free sand or clay. In other situations the cables may be run in protective conduit or may be cast into concrete. The cables should be looped where they cross an interface and at joints. This reduces strain in the cables and joints due to differential movement.

When there are sufficient piezometer installations to justify use of an instrument house, the cables are led through an entry duct which is cast into the concrete floor, and connected to a terminal unit attached to the wall. When there are few piezometers or they are widely distributed over the site, groups of piezometers may be terminated in lockable stopcock covers or terminal units housed in cabinets. Readings are taken by connecting a flylead from the portable readout unit to each piezometer in turn.



Specification

1. Vibrating Wire Piezometer

1.10 to 1.25 Vibrating Wire Piezometer Tip for pressure ranges from 30 to 1800 metres head of water (3 to 180 Bar). Comprising stainless steel transducer body fitted with a porous high or low air entry ceramic filter sleeve. The transducer incorporates plucking and sensing unit with overvoltage surge arrester. All piezometers have an accuracy of $\pm 0.1\%$ F.S.D. (for reduced accuracy to $\pm 0.5\%$ F.S.D. refer to Vibrating Wire Piezometer Data Sheet 9W).

1 metre of cable 2.1 or 2.2 is fitted as standard (longer lengths fitted to suit customers requirements). Piezometers can be fitted with thermistors for temperature monitoring and thermal correction if required to special order. For push-in installations a coned nose piece is available to special order.

Overall diameter 38mm, length 260mm, weight 1.8kg. Porous filter sleeve 50mm long x 38mm o.d.

1.10 to 1.17 fitted with High Air Entry ceramic filter.

1.18 to 1.25 fitted with Low Air Entry ceramic filter.

Pressure Range metres head of water (Bar)	Catalogue No. Fine Ceramic Type	
	High air entry Ceramic	Low air entry Ceramic
30 (3)	1.10	1.18
50 (5)	1.11	1.19
100 (10)	1.12	1.20
200 (20)	1.13	1.21
400 (40)	1.14	1.22
600 (60)	1.15	1.23
1000 (100)	1.16	1.24
1500 (150)	1.17	1.25

2. Connecting Cable and Fittings

2.10 Cable for use with Vibrating Wire Piezometers 1.10 to 1.25 comprising two colour coded PVC insulated stranded conductors with armoured screen and PVC outer sheath. Overall diameter 12mm, supplied in lengths up to 1000m. Weight 29 kg per 100m.

2.11 Cable for use with Vibrating Wire Piezometers 1.10 to 1.25, waterproofed and capable of elongation in excess of 20% before failure. Comprising two colour coded PVC insulated stranded conductors with aluminium-polyethylene water barrier, polyethylene bedded and polyurethane sheathed. Overall diameter 10mm. Supplied in lengths up to 2000m. Weight 21 kg per 100m.

2.12 Joint Sealing Kit for reinforcing and waterproofing crimped or soldered connections of Cables 2.10 and 2.11. Comprising split perspex mould, twin pack epoxy resin sufficient for one connection, self adhesive sealing strips and instructions leaflets. Weight 250 g.

2.13 Crimping Sleeves, self insulating for butt connection of conductors in Cables 2.10 and 2.11. Supplied in packets of 100. Weight 170 g.

2.14 Crimping Tool to connect conductors in Cables 2.10 and 2.11 using Crimping Sleeves 2.13. Comprising tool for cutting, stripping and crimping, dimensions 180 x 60mm. Weight 180 g.

2.15 Coloured Adhesive Tapes for colour coding Cables 2.10 and 2.11 during installation. 9mm wide, set of 10 reels in assorted colours. One set suitable for marking up to 5000m of cable. Weight 500 g per set of 10 reels.

3. Terminal Units

3.10 to 3.13 Terminal Unit for Piezometers 1.10 to 1.25 comprising epoxy painted steel box with hinged waterproof lid and wall mounting brackets, incorporating connecting blocks and cable glands for Cables 2.10 or 2.11. Connector socket for flylead from Readout/Logger 5.10 or 5.11 and rotary switch to select instrument. Details and dimensions as tabulated below.

Non standard terminal units can be produced to suit customers special requirements.

Catalogue No.	No. of Piezometers	Dimensions mm	Weight kg
3.10	5	200 x 250 x 130	3.5
3.11	10	340 x 340 x 130	8.0
3.12	20	340 x 340 x 130	8.5
3.13	40	475 x 340 x 130	10.0

4. Installation Equipment

4.10 Punner comprising mild steel horse-shoe plate complete with female connector for use with tubing 4.12 for compacting bentonite and sand filter material in boreholes up to 200mm diameter. Maximum o.d. of punner 115mm. Weight 450 g.

4.12 Galvanised Mild Steel Tubing, 19mm i.d. supplied in 3m lengths, weight 5kg/3m, complete with both ends threaded and one coupling per length. For use with Punner 4.10 and placing adaptor 4.13.

4.13 Placing Adaptor comprising Rigid P.V.C. tool to suit piezometers threaded to fit Placing Tube 4.12. Overall length 120mm. Weight 300 g.

4.14 Bentonite Pellets to drop through water and swell forming a borehole plug. Supplied in 25 kg sealed waterproof bags, 10 kg sufficient for a plug approximately 1m long in a 150mm diameter borehole.

4.15 Bentonite/Cement Pellets, comprising a mixture of three parts bentonite clay and one part cement by volume. To provide a simple method of backfilling boreholes with grout without the need for grout mixers or pumps. Supplied in 10 kg sealed waterproof bags, one bag sufficient to form approximately 1m seal in 150mm diameter borehole.

4.16 Filter Sand suitable for forming sand cell in borehole for piezometer installations comprising clean filter sand 1200-200 microns supplied in 50 kg sealed bags.

4.17 Bentonite Powder, Grade CE Bentonite Powder packed in 25 kg sealed bag.

5. Readout/Logger

5.10 Portable Vibrating Wire Readout/Logger Model No.1030 for use with Vibrating Wire Piezometers 1.10 to 1.25 and most other commercially available vibrating wire instruments, incorporating advanced solid state electronics including a powerful 16 bit microprocessor with support circuitry. The microprocessor contains a wealth of on-chip facilities providing large memory address space, minimising restraints on both programme and data storage capacity.

Featuring:

- Readout in engineering units.
- User interface via 4 x 4 tactile membrane keypad and large backlit alphanumeric display to enter vibrating wire and logging parameters.
- Date and time stamped logging.
- RS-232-C serial port for transfer to IBM compatible computers.
- CMOS design with sleep mode to minimise power consumption.
- Storage capacity 12000 readings minimum.
- Rechargeable nickel cadmium battery.
- Auto switch off.

Housed in rigidised aluminium case with hinged lid and carrying handle. Supplied complete with set of three flyleads and battery charger for 240 or 110 volts. Dimensions 320 x 200 x 140mm. Weight 4.0 kg.

5.11 Portable Vibrating Wire - Temperature Readout/Logger Model No.1050. Identical to 5.10 above but with additional facility to monitor and log temperature readings from 3000 OHM thermistors when mounted in vibrating wire instruments or other applications.

Automatic Data Logging

Vibrating Wire Piezometers and other Soil Instruments Limited vibrating wire instruments can be automatically monitored using the GEOSCAN Data Logger.

The GEOSCAN Data Logger provides for unattended scanning and remote control of any number of vibrating wire instruments. For further details refer to GEOSCAN Data Logger data sheet.

6. Data Processing Software

6.1 Soil Instruments Limited Instrumentation Data Management System S.I.D. comprises a software package developed to provide a means of managing data recorded from a variety of instruments used for soil instrumentation and long term monitoring of structures.

Instrument data are downloaded from data logging equipment or entered manually into a filing system. Data can then be retrieved from the filing system and used to produce graphical and printed reports.

The software package includes a diskette, security dongle and comprehensive users manual.

Soil Instruments Limited has an ongoing policy of design review and reserve the right to amend these specifications without notice.

MEDIDOR DE DEFORMACION DEL HORMIGÓN (CATALOGO)

C. FAHRENKROG Y CIA LTDA
Instrumentación de Obras Civiles

EQUIPO DE REGISTRO GEOTECNICO

SOIL INSTRUMENTS LTD

*MEDIDORES DE DEFORMACION
DE HORMIGON*

FACTOR DE CALIBRACION

COMPATIBILITY WITH OTHER VIBRATING WIRE SENSORS

* Most Vibrating Wire Sensors operate using the same principle. The differences occur in the presentation of the calibration information.

This information must be entered into the Soil Instruments Ltd. logger in the SIL format and, may therefore, require conversion.

Below are listed a number of examples of "Gauge Constant" or "Calibration Factor" conversion:-

Example 1

Gage Technique Ltd. Vibrating Wire Strain Gauges.

$K = 1^2 \times 10^{-4} \text{ } \mu\text{S}/\text{f}^2$ where l is wire length in inches.

For $l = 54$ inches

$K = 3 \times 10^{-3} \text{ } \mu\text{S}/\text{f}^2$

SIL Data logger calculates gauge factor K with the following expression -

$K = \frac{R}{\dots}$ Where $R = \text{Range}$

$$\frac{10^7}{N_0^2} - \frac{10^7}{N_R^2}$$

$N_0 = \text{Zero reading in Period} \times 10^7$
 $N_R = \text{Full Range Reading in Period} \times 10^7$

One factor of 10^7 is eliminated as common to simplify the calculations.

Multiplying Gage Technique gauge factor by 10^7 will make it compatible to SIL data logger.

Equivalent SIL $K = 3 \times 10^{-3} \times 10^7 \text{ } \mu\text{S}/\text{f}^2$.

$= 30,000$

This is a dedicated gauge factor for all G.T. 54" gauges. Readings in $\mu\text{strains}$ i.e. engineering units, can be obtained by loading this gauge factor in SIL data logger.

EQUIPO DE MEDICION DE TEMPERATURA (CATALOGO)

Applications

The measurement of temperature in concrete, soil and rock including:-

- Monitoring of temperature rise during the cure of concrete.
- Soil and rock temperatures adjacent to ground freezing operations and liquid gas storage tanks.
- Interpretation of temperature effects on other installed instruments.
- Measurement of water temperatures in reservoirs and in boreholes.
- Air temperature measurements on structure surfaces.
- Interpretation of temperature related stress and volume changes in dams.

Operating Principle

The Vibrating Wire Thermometer comprises a stainless steel body which houses a vibrating wire sensing unit. The sensing unit incorporates a brass inner mounting body for the steel vibrating wire and coil assembly. The vibrating wire tension changes

with temperature due to the difference in coefficients of expansion of the two materials. The mode of operation is by plucking (non-sustained oscillation) of the vibrating wire. The wire, vibrating at its resonant frequency, which is relative to the tension in the wire, induces an alternating current in a coil which is detected by the readout unit. In this way the period of oscillation is accurately measured. Readings are made by measuring the elapsed time for 100 cycles. The readout then displays the information in engineering units. Frequency throughout the temperature range is approximately from 1200 Hz to 2600 Hz.

Advantages and Limitations

- Accurate, robust, high resolution and good long term stability.
- Readings unaffected by cable length.
- Capable of withstanding thermal shocks without impairing performance.
- Outer body manufactured from 316 stainless steel.

Vibrating Wire Thermometer

Overvoltage surge arrestors fitted to protect against electrical damage.

Connecting cable is strong, screened and flexible and can be used in lengths in excess of 1000m.

Suitable for remote reading, scanning and data logging.

Thermal mass requires approximately 10 minutes to achieve steady state reading.

Upper temperature limit determined by cable, lower limit by internal potting.

Measuring range: -20 to +100 C.

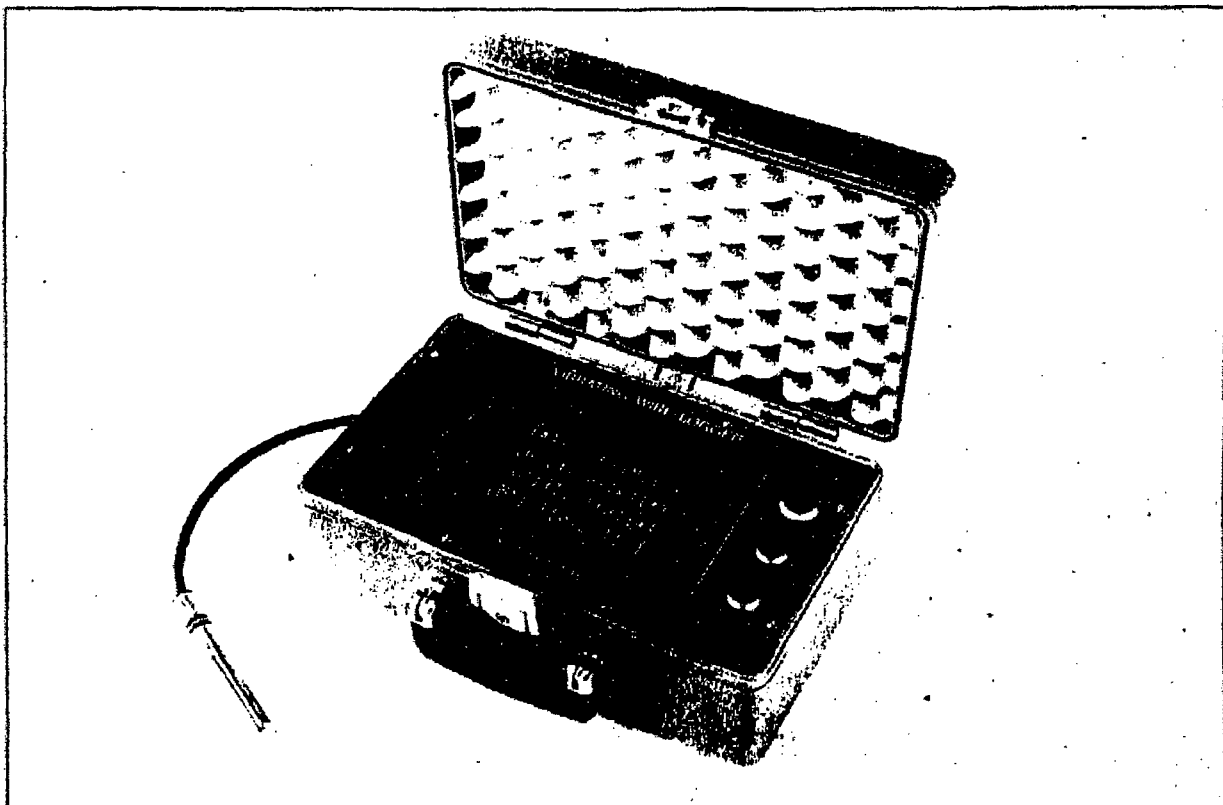
Accuracy: $\pm 0.4\%$ F.S.

Resolution: 0.03 C.

Operating Frequency: 1200 Hz to 2600 Hz.

Cable: 2 core screened, 5m fitted as standard.

Enhanced ranges of sensor and cable can be supplied to special requirements.



Vibrating Wire Thermometer 1.1

Portable Vibrating Wire Readout/Logger 5.1



Installation

Installation of Vibrating Wire Thermometer

Embedment of the Vibrating Wire Thermometer is relatively simple since orientation is not critical and the instrument itself is very ruggedly constructed.

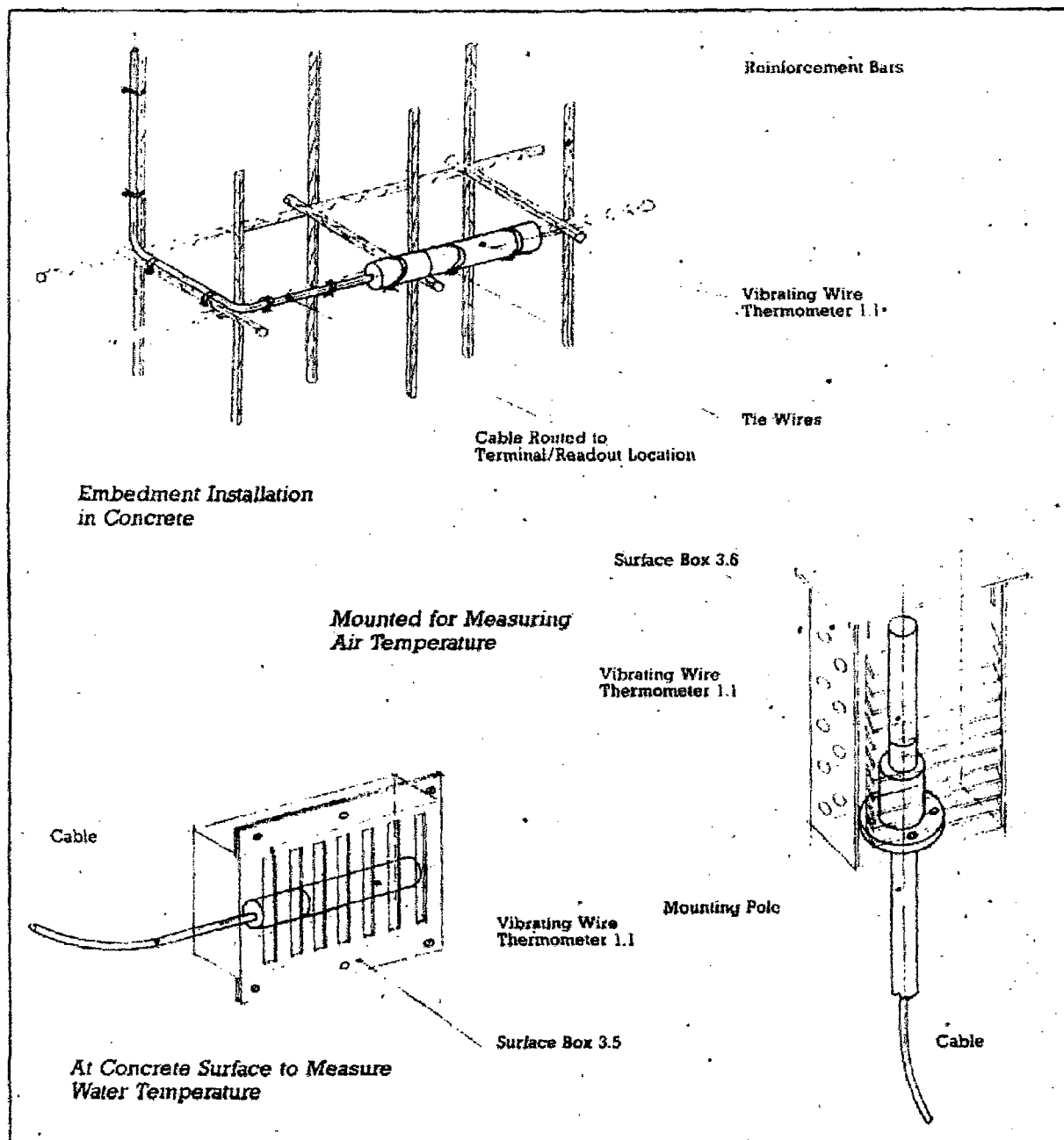
For embedment at the base of a concrete lift it is best to tie down with securing wires to the concrete of the previous lift, or between cooling pipes or to concrete reinforcement. The Vibrating Wire Thermometer and cable are then wired or taped securely in position so that the pressure of the mass concrete will not dislodge them. For installation at the top of a lift, a small hole is dug in the fresh concrete and the Vibrating Wire Thermometer inserted and covered immediately,

using the foot, or vibrator, to puddle concrete around the instrument. For accurate spacing at various heights in a lift the Vibrating Wire Thermometer is taped to a wooden pole carefully maintained in a vertical position. When installing near the surface the Vibrating Wire Thermometer is tied to the formwork using tie wires. For installation at the surface use a surface box. Before removing the formwork, cut the securing wires. For the measurement of air temperature adjacent to structures the instrument is mounted in a surface box secured to the concrete face by a mounting pole. Vibrating Wire Thermometers installed in boreholes should be backfilled with sand placed through a tremie pipe if the Vibrating Wire Thermometer is below water level.

Vibrating Wire Thermometers may also be grouted into drillholes.

The Cable

The 2 core screened cable is tough and resilient enough to give good service during the shock of embedment, and during its long exposure to the alkaline solution of hydrating concrete. Cable runs are embedded directly in the concrete. Cables should be identified using coloured adhesive tapes applied at regular intervals. For standard installations cable 2.1 should be used but where cables are embedded in materials subject to movement or where cables cross construction joints, expansion joints etc. cable 2.2 should be used.



MANUAL DE OPERACIÓN MEDIDOR DE JUNTAS



SOIL INSTRUMENTS LIMITED

INTERNATIONAL GEOTECHNICAL INSTRUMENTATION SPECIALISTS

PERIMETRIC JOINT METER ASSEMBLY

USERS MANUAL

September 1993
(No.115)

BELL LANE, UCKFIELD, EAST SUSSEX TN22 1QL, ENGLAND

Telephone:	Telefax:
Nat 0825 765044	Nat 0825 761740
Int +44 825 765044	Int +44 825 761740



APPROVED TO BS 5750
ISO 9002 FM29002
CERTIFICATE NO FM29368

Soil Instruments Limited

Manual de Operación

Medidores de Deformación

Juntas Perimétricas

EMBALSE SANTA JUANA

1994

TRADUCCION DEL MANUAL

MEDIDORES DE JUNTAS PERIMETRICAS

INTRODUCCION

Este manual de instrucción describe las técnicas de instalación y la metodología de lectura de los medidores de juntas perimétricas de tipo cuerda vibrante.

Es esencial que el equipo de medición descrito en este manual sea instalado y operado por personal calificado y competente.

Las técnicas descritas servirán como guía general y podrán ser modificadas para ajustarse a las condiciones imperantes en la obra.

MEDIDORES DE JUNTAS PERIMETRICAS

1. INFORMACION GENERAL

El medidor de juntas perimétricas (cuerda vibrante) de SOIL INSTRUMENTS ha sido diseñado específicamente para el uso en presas de contención de tipo pantalla de aguas arriba y tiene por objeto determinar los movimientos entre la pantalla propiamente tal y los plintos de los empotramientos. Los movimientos podrán ser perpendiculares o paralelos a la junta y de desplazamiento de cizalle. El sistema en sí permite aplicaciones en los casos en que se requiere de un control remoto de los movimientos diferenciales tridimensionales entre bloques adyacentes de concreto.

MEDIDORES DE JUNTAS PERIMETRICAS

2. TECNICAS DE INSTALACION

2.1 Pruebas Preliminares

En el momento de recepción de los instrumentos, se debe revisar la correcta operación de los medidores de juntas (y de los termistores, si han sido provistos de ellos). Esta actividad se realiza removiendo la copla plástica de protección del sensor (Ref: Fig A3/1090-157). Para evitar el giro del pistón palpador, será necesario presionar levemente éste hasta su posición de tope mediante el pasador de empuje que se provee, desatornillar la copla de plástico hasta que quede suelta y relajar la posición del pistón hasta su completa expansión. Debido a la presión que ejerce el pistón por medio de los resortes internos, se recomienda que esta actividad sea realizada por dos personas. El funcionamiento del sensor podrá ser verificado mediante la metodología que se describe a continuación:

Conectar el sensor, por medio del cable terminal, a la unidad de registro. Las lecturas (expresadas en período $\times 10 \times 7$) deben quedar dentro de una banda de 3500 a 3800. La estabilidad de las lecturas deberá ser ± 1 dígito cuando el sensor está en posición estacionaria y en un ambiente libre de vibraciones. La acción de empujar el pistón algunos milímetros hará variar las lecturas; la lectura correspondiente a expansión máxima deberá retornar a un valor muy similar al original cuando el pistón vuelve a dicha posición, bajo acción de sus propios resortes internos.

El pistón palpador externo está conectado mediante una unión universal de bola al resorte del transductor de lectura interno y protege este último del giro y rotación que se pueda producir al pistón propiamente tal. Considerando que la unión universal tiene cierta fricción, la rotación del pistón tiende a girar la cuerda del transductor, lo cual hará variar las lecturas de registro. En casos de severo giro de este elemento, la rotación producirá deformaciones de la cuerda, las cuales sumadas a la condición de tensión pura de ella, indicarán finalmente señales distorsionadas.

Se verificará el funcionamiento del transductor interno del sensor, presionando el pistón en pasos incrementales y controlando las lecturas, debiendo obtenerse una señal audible clara, lo cual indicará que la cuerda no está sometida a rotación. Presionar el pistón a su posición de máxima compresión y verificar que la señal audible continúe pura; sonidos distorsionados y lecturas inestables indicarán que la cuerda se encuentra en torsión. Una torsión excesiva puede eliminarse comprimiendo el pistón a su posición cerrada y golpeando suavemente el cuerpo del sensor. Esta acción relajará la fricción de la junta universal y repondrá la condición de tensión pura en la cuerda. Verifique estos pasos en todo el rango de medición de cada sensor antes de proceder con la instalación propiamente tal.

MEDIDORES DE JUNTAS PERIMETRICAS

2.2 Instalación de los Sensores

Se proponen algunos procedimientos de instalación de los sensores de acuerdo a los requerimientos de la obra y de las condiciones impuestas por el Cliente. Los detalles se incluyen en este manual.

El estudio de las figuras adjuntas y de los procedimientos que se describen más adelante indica las líneas generales para la instalación de los medidores de juntas para las condiciones de medición precisa. La posición relativa entre los soportes del sensor y de la placa de reacción determinarán los límites de desplazamiento en relación a la posición inicial de montaje. Una vez que se ha decidido la posición inicial de cada una de las direcciones de medición se procederá a fijar los soportes del transductor y de la placa de reacción.

En la junta de construcción se marcarán en forma precisa las directrices de medición de cada uno de aparatos de medición (directriz paralela, perpendicular y normal), verificando que estas directrices *EFFECTIVAMENTE* correspondan a los planos teóricos de medición. Se considerará que dichas posiciones deberán prever las deformaciones esperadas de medición, el tipo y dimensiones de los aparatos de medición, los anchos de las juntas, las dimensiones de las placas de reacción, etc.

Se procederá a realizar las perforaciones para los pernos de anclaje, tanto para los soportes de los sensores como de las placas de reacción correspondiente. Se instalarán los sistemas de fijación provistos para dicho efecto, considerando la posible necesidad de inclusión de morteros o resinas epóxicas de ajuste y se controlará la perpendicularidad de la placa de reacción con el eje del sensor de medición. Se realizará el mismo procedimiento con el soporte de la placa de reacción.

En caso de que no se requiera de morteros de ajuste se apertan los soportes firmemente al concreto plenamente curado. Proceda a la instalación de la placa pulida de reacción mediante los cuatro tornillos correspondientes e instale el sensor en su soporte. Se procederá a tomar la lectura de calaje del aparato, considerando los rangos de medición correspondientes, para lo cual se instalará el palpador esférico al pistón del sensor, el cual se mantendrá en contacto con la placa de reacción.

2.3 CALAJE INICIAL

El calaje inicial del sensor dependerá de las condiciones de rango de medición de cada uno de ellos y que una vez montados se logren los rangos especificados, de acuerdo a la posición del pistón palpador, valor dependiente del rango total de deflexión del conjunto. El valor de calaje inicial se determinará del siguiente modo:

MEDIDORES DE JUNTAS PERIMETRICAS

- Obtenga la constante de calibración del Certificado correspondiente.
- Determine el calaje inicial del sensor
- Efectue la lectura en una unidad de lectura en el modo de período $\times 10^{ex7}$
- Calcule los valores correspondiente en la fórmula indicada en el Certificado de Calibración

Ejemplo:

Constante de sensor	:80.1028
Lectura preinstalación (No)	:4146
Calaje inicial	:5028
Posición inicial del pistón en lectura de calaje	$=80.1028(10^{ex7} - 10^{ex7})$ $\quad\quad\quad 4146 \quad 5028$ $=14.91mm$

El sensor ha sido fijado en el calaje de 14.91mm de su rango total. Esta metodología se puede utilizar en el calaje de cada uno de los sensores.

Una vez fijada la posición de cada sensor deberá tomarse nota de la lectura cero/lectura de referencia (Ni) y serán incluidos en los protocolos de instalación de cada medidor de juntas. Todas las lecturas posteriores serán consecuentemente referidas a la lectura de calaje.

Una buena práctica de instalación requiere tomar nota de los datos como: fecha, hora, condiciones atmosféricas, temperatura, presión y el detalle de los equipos de lectura utilizados.

Una vez finalizadas las instalaciones y registrados los datos indicados precedentemente, se instalarán los cables, ya sea en tuberías de protección o en ductos, de acuerdo a los procedimientos que se describen más adelante.

MEDIDORES DE JUNTAS PERIMETRICAS

3. Cableado y Unidades Terminales

Para efectuar las lecturas de los sensores en forma individual se puede utilizar medidores portátiles o sistemas de captación de datos automáticos (Data loggers). En algunos casos es más conveniente extender los cables a la posición centralizada permanente y realizar las lecturas en dichos puntos. Considerando que los sensores de cuerda vibrante producen una señal proporcional en frecuencia, en vez de corriente o voltaje, las variaciones en la resistencia del cable no tienen efecto sobre los resultados que se obtienen. Consecuentemente las uniones que se producen en los cables y la adición en longitud de éstos no alteran su respuesta, por lo cual las mufas y el ruteo no tienen injerencia en su precisión. Se pueden incluir cajas de derivación intermedias y cables multipares para la transmisión de las señales a una central de registro.

Unión de cables mediante mufas 3M 82-A1

Ref: Figs. A4/P5045 y A4/P5046

En forma prolija remueva la cera y suciedad de la superficie del cable en una longitud de 150mm y prepare el terminal de acuerdo a la figura. Pele y raspe las uniones de los conductores individuales.

Use unidades prensadas para la uniones de los cables y verifique que se restablezca la continuidad de la pantalla. Use la cinta eléctrica para enhunchar los conectores en forma individual, estirando la huincha engomada hasta obtener la mitad del ancho original y traslape en la mitad de ancho.

Recorte los extremos del molde para calzar el cable en forma ajustada una vez cerrado éste. Aprete el molde firmemente e instale los embudos de llenado, enhuinchando los extremos recortados contra el cable formando un sello.

Mezcle la resina prolijamente y mantenga el molde en posición nivelada con los embudos hacia arriba y llene el molde por un embudo, hasta que ambos estén llenos.

N.B. En climas fríos (bajo los +15 grados C) la resina tiende a ponerse muy viscosa y es por ello recomendable mantenerla en un lugar calefaccionado. Mezcle el compuesto hasta que la temperatura aumente, hecho que variará su consistencia.

Verifique la continuidad eléctrica de la unión.

MEDIDORES DE JUNTAS PERIMETRICAS

Unidades Terminales

El conjunto de cables normalmente acomete en unidades múltiples terminales. Los cables pasan por prensas de estopa impermeables. Todas las unidades están provistas de una tapa abisagrada y fijada mediante dos pernos de sellado.

Desatornille y abra la tapa abisagrada. Suelte los cuatro tornillos que fijan el panel terminal y remuévalo cuidadosamente, sin sobreestirar los conectores internos y remueva estos últimos si es necesario.

Prepare los cables pelando unos 20mm de aislación exterior y de la pantalla; pele 5 mm de cada conductor en forma individual.

Suelte las tuercas de las prensas de estopa e inserte los cables. Efectue las uniones a las barras terminales correspondientes. Las mallas de las pantallas usualmente no se conectan a una barra común, aunque se recomienda dejar una longitud suficiente para realizar un puente general final, siempre que se requiera, de acuerdo a las condiciones de terreno. Vuelva a sellar las prensas.

Reinstale el panel terminal y fíjelo. Conecte la unidad de lectura a cada instrumento y verifique las conexiones.

MEDIDORES DE JUNTAS PERIMETRICAS

4. Reducción de Datos

Cada medidor de juntas de tipo cuerda vibrante de Soil Instruments Limited es calibrado y acompañado de un Certificado de Calibración standard en que se indican la constante del sensor y la temperatura al momento de efectuar dicha contrastación. Se incluye un formulario del Certificado de Calibración como ejemplo en el apéndice "A". La calibración de fábrica propiamente tal se realiza desplazando el pistón hasta su posición máxima mientras se mantiene acoplado a un micrómetro. Esta labor también se realiza introduciendo calibres entre el pistón y la placa de reacción. Se toman lecturas para el desplazamiento máximo, algunos puntos intermedios y sin desplazamiento. Posteriormente se calcula la constante del sensor con la fórmula que se indica en el ejemplar del Certificado de Calibración adjunto.

Consecuentemente con las instrucciones de instalación la lectura inicial de referencia (N1) indica movimiento nulo. Todos los datos posteriores pueden ser reducidos a desplazamiento utilizando la constante de calibración indicadas en los respectivos Certificados. Un ejemplo de reducción de datos es el siguiente:

Constante de Calibración K (mm) 120.4254

Lectura de Referencia N1 6320
(sin desplazamiento)

Ejemplo 1:

Lectura secuencial (N1) 4820

$$\begin{aligned} \text{Desplazamiento lineal equivalente} \quad P &= K * \frac{10 \times 7}{N1 \times 2} - \frac{10 \times 7}{N1 \times 2} \\ &= - 21.685 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ejemplo 2:

Lectura secuencial N2 6740

$$\begin{aligned} \text{Desplazamiento lineal equivalente} \quad P &= 120.4254 * \frac{10 \times 7}{6320 \times 2} - \frac{10 \times 7}{6740 \times 2} \\ &= 3.6404 \text{ mm} \end{aligned}$$

Nota: El signo negativo representa abertura de la junta y viceversa

MEDIDORES DE JUNTAS PERIMETRICAS

5. Corrección por Temperatura

Los elementos constitutivos de los sensores de cuerda vibrante son principalmente acero y acero inoxidable y son afectados por las variaciones térmicas en un grado razonablemente predecible. En el caso de grandes variaciones de temperatura se puede aplicar una corrección térmica de las lecturas, lo cual mejora las lecturas de precisión. El efecto aproximado de corrección térmica de los sensores es de 0.0125mm por grado Celsius. Por lo tanto un aumento de 10 grados C en un sensor indicará $(0.0125 * 10) = 0.125\text{mm}$ de reducción en el movimiento lineal. La corrección se aplica sumando 0.125mm a las lecturas indicadas por el sensor. Una reducción de la temperatura indicará en un cambio positivo en la determinación del desplazamiento y puede ser consecuentemente corregido. Las estructuras de montaje de los sensores, de las estructuras base sobre la cual se montan los aparatos y de los elementos constitutivos del sensor propiamente tal tienen un coeficiente térmico de $10\text{ex-}6\text{m/m/grado Celsius}$ y pueden considerarse como despreciables.

MEDIDORES DE JUNTAS PERIMETRICAS

6. Factores Ambientales

Considerando que el propósito de instalar sensores es de controlar las condiciones de terreno, deberá registrarse los parámetros existentes en la obra. Los efectos menores, cuya importancia pudiera parecer irrelevante, pueden tener una consecuencia en el comportamiento de la obra y ser índices de mayores problemas. Estos factores pueden ser, no exclusivamente: tronaduras, precipitaciones, variaciones de mareas, excavaciones y secuencias de niveles de relleno, tráfico local, temperatura y variaciones barométricas, cambio de personal de lectura de los instrumentos, actividades en construcciones aledañas, cambios estacionales, etc.

MEDIDORES DE JUNTAS PERIMÉTRICAS

7. Identificación de Problemas

Las actividades de mantención y de identificación de problemas de los medidores de juntas perimétricas se reduce a controles periódicos de las conexiones de los cables y a la mantención de los paneles terminales. Los sensores propiamente tales son sellados y no pueden ser abiertos para su inspección.

Si una unidad presenta fallas de lectura, se pueden tomar los siguientes pasos:

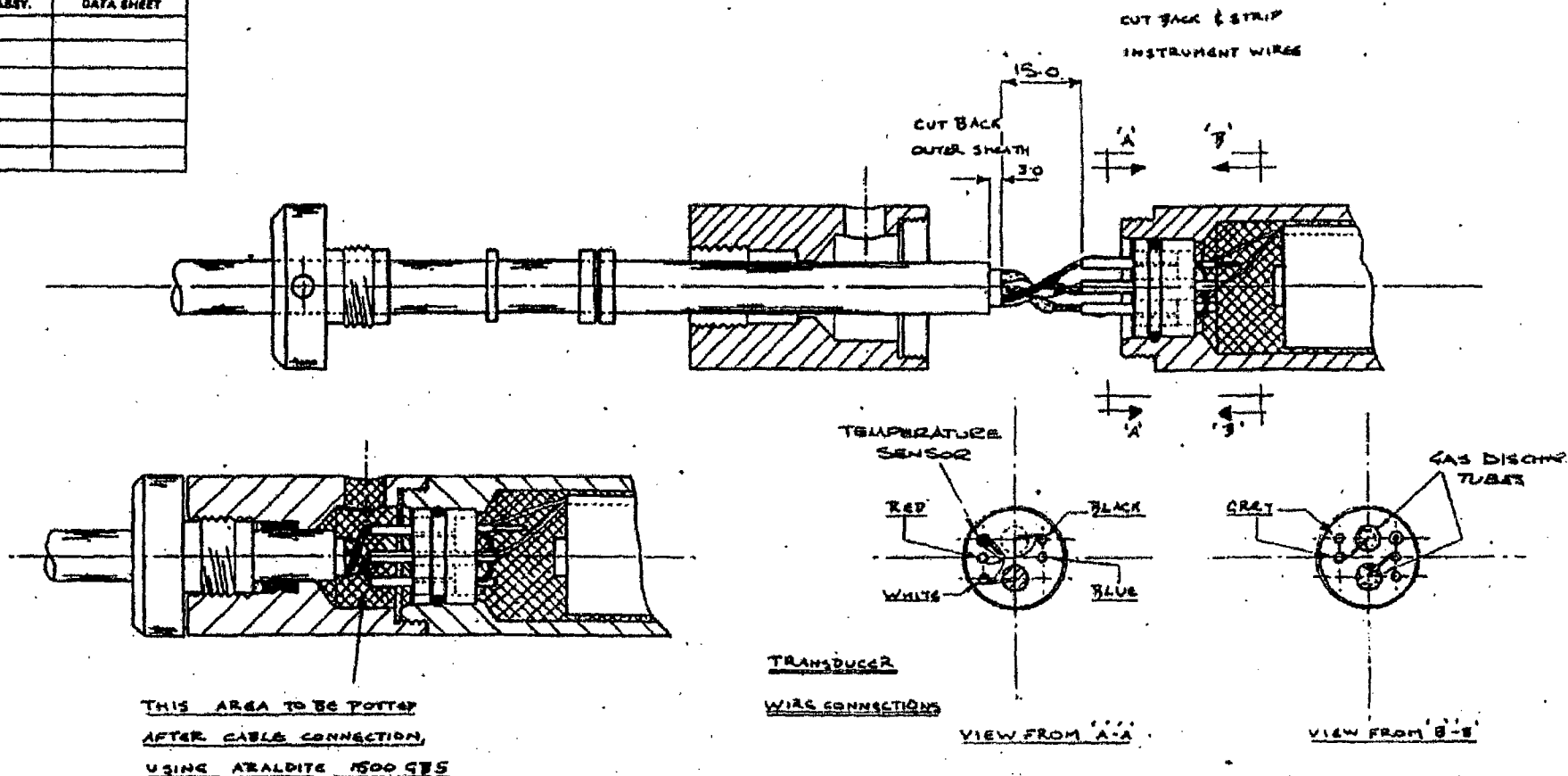
- 1.- Verifique la resistencia de la bobina del sensor. Los valores nominales de ésta son de 130 ± 5 Ohm, más la resistencia del cable (Aproximadamente 10hm/15m para un calibre de 22AWG de cobre). Verifique la lectura entre los cables conductores y los cables y la pantalla.
- 2.- Si la resistencia es alta o infinita indicaría un corte del cable.
- 3.- Se puede sospechar de un cortocircuito si la resistencia es cercana a cero.
- 4.- Si la resistencia es 130 ± 5 Ohm y la resistencia entre conductores y la pantalla es un valor finito (no infinito) se puede inferir un cortocircuito entre la pantalla y un conductor, situación que indica un cable dañado.
- 5.- Si los valores de resistencia se encuentran dentro de los rangos nominales indicados y no se obtiene lectura, se puede sospechar del sensor, en cuyo caso se consultará a Soil Instruments Limited.
- 6.- Si las lecturas de todos los sensores se encuentran en los rangos nominales y no se pueden realizar lecturas en *NINGUN* sensor, se puede deber a una posible falla en la unidad de lectura y se consultará a Soil Instruments Limited.
- 7.- Si es factible ubicar las zonas de daños o cortes en los cables, éstos pueden ser reparados con mufas de acuerdo a las recomendaciones indicadas anteriormente.

DO NOT SCALE

USED ON

SYSTEM/ASSY.	DATA SHEET

CONVENTIONS USED SEE BS308

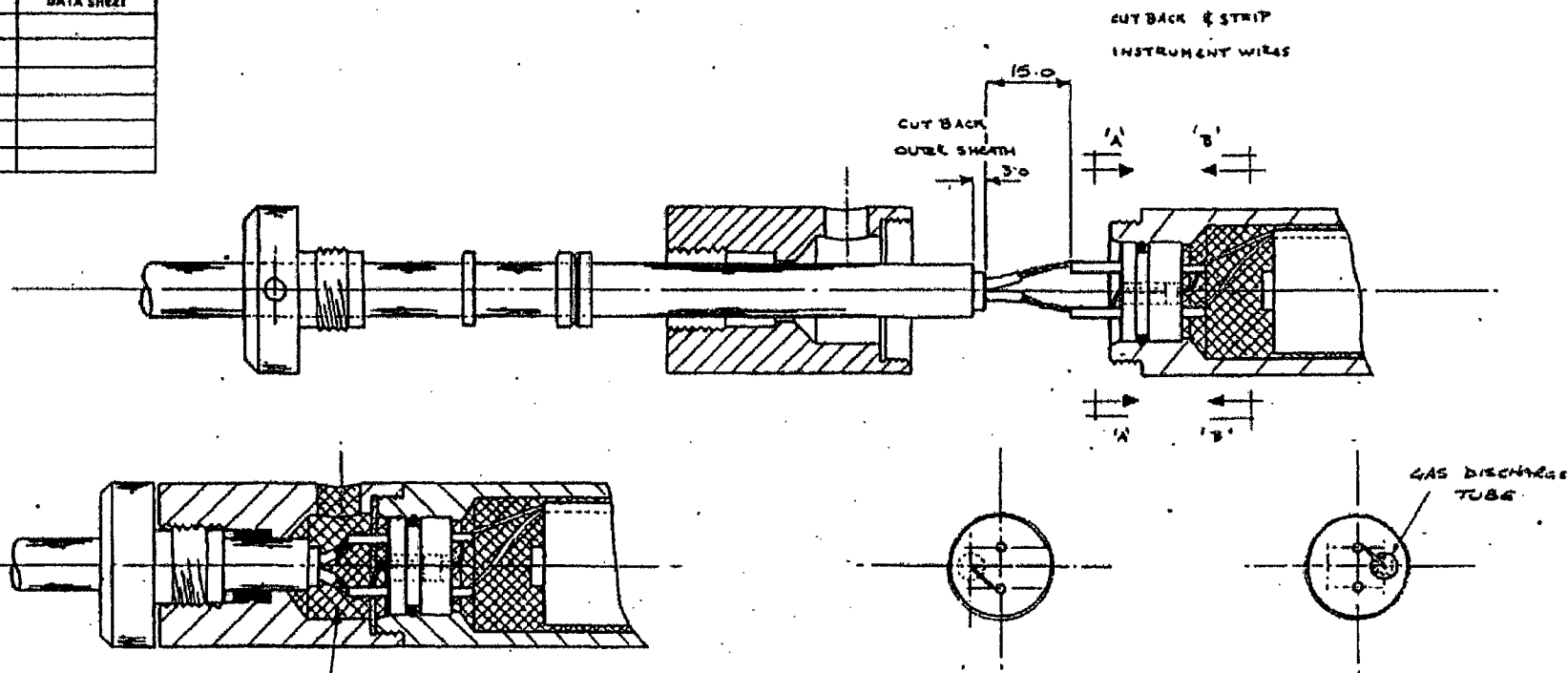


2	13-9-91	GAS DISCHARGE TUBES NOTED	ASC	MATERIAL AS LISTED		DRAWN C.V.R.	TITLE VIBRATING WIRE PIEZOMETER FITTED WITH TEMPERATURE SENSOR WIRING & POTTING DATA
				FINISH		CHKD. ASC	
				INCHES TOLERANCES METRIC		DATE 15.7.84	
				FRACTIONAL $\pm 1/64$ DECIMAL $\pm .005$ UNLESS OTHERWISE STATED.		SCALE 1:1	
18.8.	DATE	REVISION	SIG.	DIMENSIONS $\pm 0.25\text{mm}$ UNLESS OTHERWISE STATED.		APPROVED ASC	DRG. No. A3/ 886-101

DO NOT SCALE

CONVENTIONS USED SEE 89300

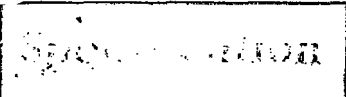
USED ON	
SYSTEM/ASSY.	DATA SHEET

**Note 1**

WHEN CONNECTING CABLE, BLACK OR RED WIRES MAY GO TO EITHER TIN.

2	13.9.86	GAS DISCHARGE TUBE NOTED	ASC	MATERIAL		DRAWN	TITLE VIBRATING WIRE PIEZOMETER WIRING & FITTING DETAILS
				AS LISTED		G.V.R.	
				FINISH		CHKD	
				TOLERANCES		DATE	
				METRIC		16.7.86	
FRACTIONAL $\pm 1/64$		DIMENSIONS $\pm 0.25\text{mm}$		SCALE	Soil Instruments Ltd Ball Lane, Uckfield, East Sussex, TN22 5QL Tel: Uckfield (0825) 5044 Telex: 93123		
DECIMAL $\pm .005$		UNLESS OTHERWISE STATED.		1:1			
UNLESS OTHERWISE STATED.		UNLESS OTHERWISE STATED.		APPROVED			
ISS.	DATE	REVISION	SKD.	ASC		DRG. No.	A3/ 886-100

Soil Instruments Ltd
 Bell Lane, Uckfield, East Sussex, TN22 1QL
 Tel: Uckfield (0825) 5044 Telex: 95123



1. Vibrating Wire Thermometer

1.1 Vibrating Wire Thermometer comprising a stainless steel housing containing a brass mounting body for the vibrating wire element, electromagnetic pulsing and sensing unit with overvoltage surge arrester. 5m of cable 2.1 fitted as standard or cable lengths to suit customers requirements. The temperature range of the complete assembly is -20 C to +100 C with an accuracy of 1.0.4% F.S. Dimensions 16mm diameter, length 130mm. Weight 520g (including cable).

2. Connecting Cable and Fittings

2.1 Cable for use with Vibrating Wire Thermometer 1.1 flexible 2-core tinned copper wire, insulated, collectively screened and colour coded, sheathed overall in PVC to 6.3mm diameter and manufactured to Defence Standard Specification. Supplied in lengths up to 1000m. Weight 7 kg per 100m.

2.2 Cable for use with Vibrating Wire Thermometer 1.1 comprising two colour coded PVC insulated stranded conductors with armoured screen and PVC outer sheath. Overall diameter 12mm, supplied in lengths up to 1000m. Weight 29 kg per 100m.

2.3 Joint Sealing Kit for reinforcing and waterproofing crimped or soldered connections of Cables 2.1 and 2.2. Comprising split perspex mould, twin pack epoxy resin sufficient for one connection, self adhesive sealing strips and instructions leaflets. Weight 250g.

2.4 Crimping Sleeves, self insulating for butt connection of conductors in Cables 2.1 and 2.2. Supplied in packets of 100. Weight 170g.

2.5 Crimping Tool to connect conductors in Cables 2.1 and 2.2 using Crimping Sleeves 2.4. Comprising tool for cutting, stripping and crimping, dimensions 190 x 60mm. Weight 180g.

2.6 Coloured Adhesive Tapes for colour coding Cables 2.1 and 2.2 during installation. 9mm wide, set of 10 reels in assorted colours. One set suitable for marking up to 6000m of cable. Weight 500g per set of 10 reels.

3. Terminal Unit

3.1 to 3.4 Terminal Unit for Vibrating Wire Thermometer 1.1 comprising epoxy painted steel box with hinged waterproof lid and wall mounting brackets, incorporating connecting blocks and cable glands for Cables 2.1 or 2.2. Connector socket for flylead from readout unit 5.1 and rotary switch to select instrument. Details and dimensions as tabulated below.

Catalogue No	No of Thermometers	Dimensions mm	Weight kg
3.1	5	200 x 250 x 130	3.5
3.2	10	340 x 340 x 130	8.0
3.3	20	340 x 340 x 130	8.8
3.4	40	475 x 340 x 130	10.0

lated below.

Non standard terminal units can be produced to suit customers special requirement.

3.5 Surface Box for concrete/water interface comprising epoxy painted steel recessed box with grill for installation of Vibrating Wire Thermometer 1.1 at concrete surface. Dimensions 210 x 180 x 75mm. Weight 2kg.

3.6 Surface Box for mounting Vibrating Wire Thermometer 1.1 to measure air temperature adjacent to structures, comprising pole mounted, white painted, wooden box with louvres. Dimensions 330 x 235 x 130mm. Weight 3kg.

4. Installation Equipment

4.1 Installation Tool Kit comprising wire strippers, crimping tool, tie wire pliers, knife, measuring tape, adjustable spanner, large and small screwdrivers and 1 kg coil of soft iron tie wire, housed in tool box. Weight 8kg.

5. Readout Equipment

5.1 Portable Vibrating Wire Readout/Logger for use with Vibrating Wire Thermometer 1.1 and most other commercially available vibrating wire instruments, incorporating advanced solid state electronics including a powerful 16 bit microprocessor with support circuitry. The microprocessor contains a wealth of on-chip facilities providing large memory address space, minimising restraints on both programme and data storage capacity.

Featuring:

- Readout in engineering units.
- User interface via 4 x 4 tactile membrane keypad and large backlit alphanumeric display to enter vibrating wire and logging parameters.
- Date and time stamped logging.
- RS-232-C serial port for transfer to IBM compatible computers.
- CMOS design with sleep mode to minimise power consumption.
- Storage capacity 12000 readings minimum.
- Rechargeable nickel cadmium battery.
- Auto switch off.

Housed in a rigidised aluminium case with hinged lid and carrying handle. Supplied complete with set of three flyleads and battery charger for 240 or 110 volts. Dimensions 320 x 200 x 140mm. Weight 4.0kg.

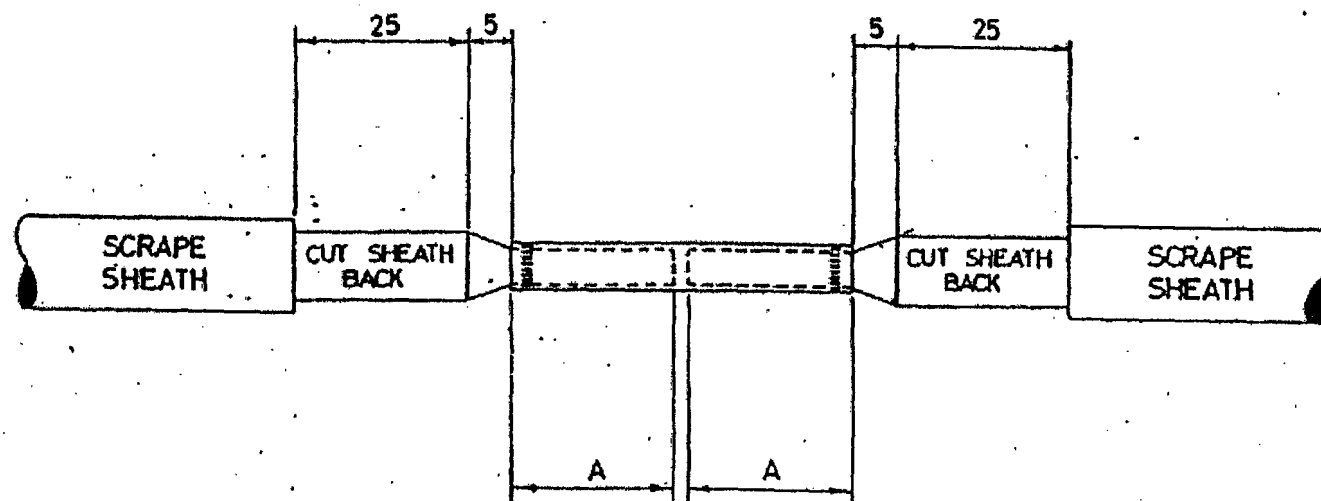
Automatic Data Logger

Vibrating Wire Thermometers and other Soil Instruments Limited vibrating wire instruments can be automatically monitored using the GEOSCAN Data Logger. The GEOSCAN Data Logger provides for unattended scanning and remote control of any number of vibrating wire instruments. For further details refer to GEOSCAN Data Logger data sheet.

6. Data Processing Software

6.1 Soil Instruments Limited Instrumentation Data Management System S.I.D. comprises a software package developed to provide a means of managing data recorded from a variety of instruments used for soil instrumentation and long term monitoring of structures. Instrument data are downloaded from data logging equipment or entered manually into a filing system. Data can then be retrieved from the filing system and used to produce graphical and printed reports. The software package includes a diskette, security dongle and comprehensive users manual.

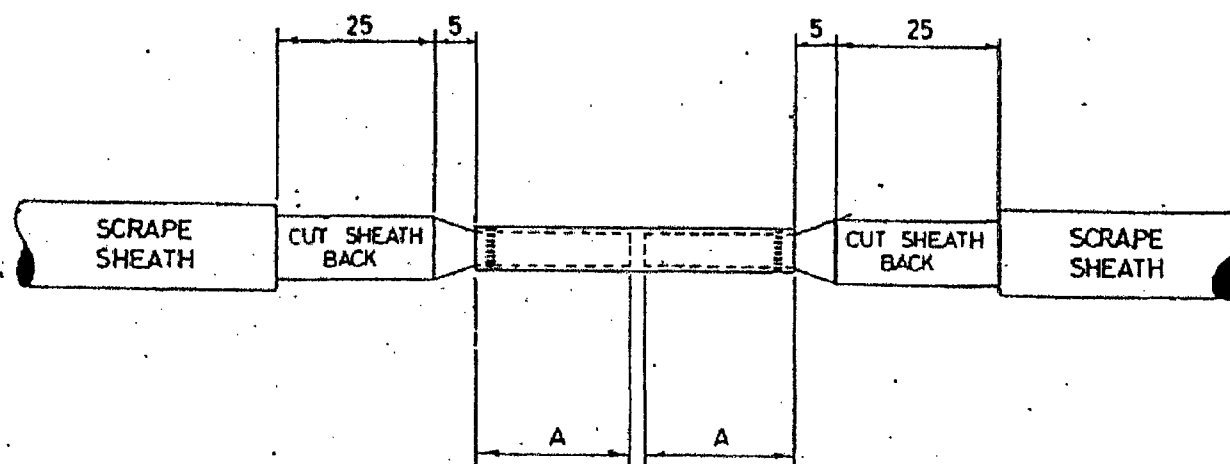
Soil Instruments Limited has an ongoing policy of design review and reserve the right to amend these specifications without notice.



A	A	CONNECTOR
As required to fit connector		Compression type connector
Sheath opening not to exceed 115 mm		

TITLE PREPARATION OF CABLE JOINT	
Soil Instruments Ltd. Bell Lane, Uckfield, East Sussex TN22 1QL. Tel: Uckfield (0825) 5044 Telex 95123	
DATE 6.11.86	ORG. NO. A4 P5045

Dimensions in mm

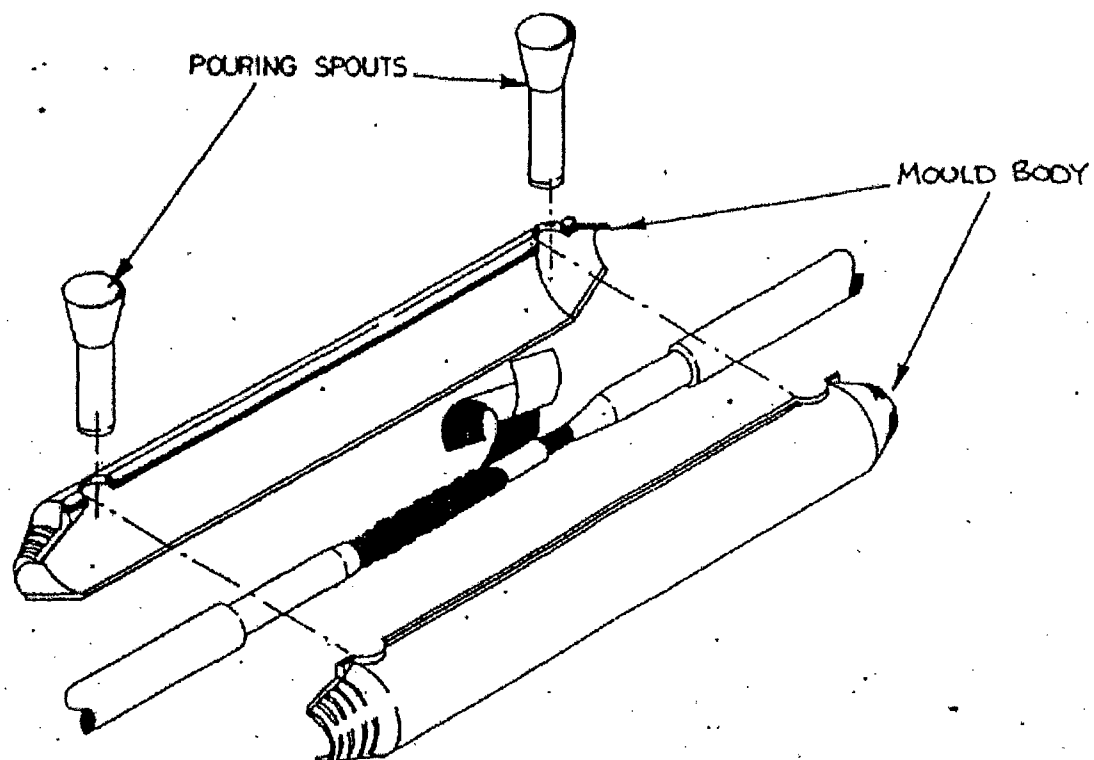


A	A	CONNECTOR
As required to fit connector		Compression type connector
Sheath opening not to exceed 115 mm		

23 SEP 1993

TITLE PREPARATION OF CABLE JOINT	
Soil Instruments Ltd. Bell Lane, Uckfield, East Sussex TN22 1QL. Tel: Uckfield (0826) 5044 Telex 95123	
DATE 6.11.86	DRG. NO. A4 P5045

DRG. R.D. CHK. GSC



IMPORTANT: Cables and connector must be centred in mold.

DRG. R.D. CHK. GSC

23 SEP 1983

TITLE CABLE JOINTING KIT
WRAPPING ELECTRICAL
CONNECTOR & FITTING MOULD

Soil Instruments Ltd.

Bell Lane, Uckfield, East Sussex TN22 1OL.
Tel: Uckfield (0825) 5044 Telex 95123

DATE

6.11.86

DRG. NO.

A4 P5046

THIRD ANGLE PROJECTION

REMOVE ALL BURRS AND SHARP EDGES

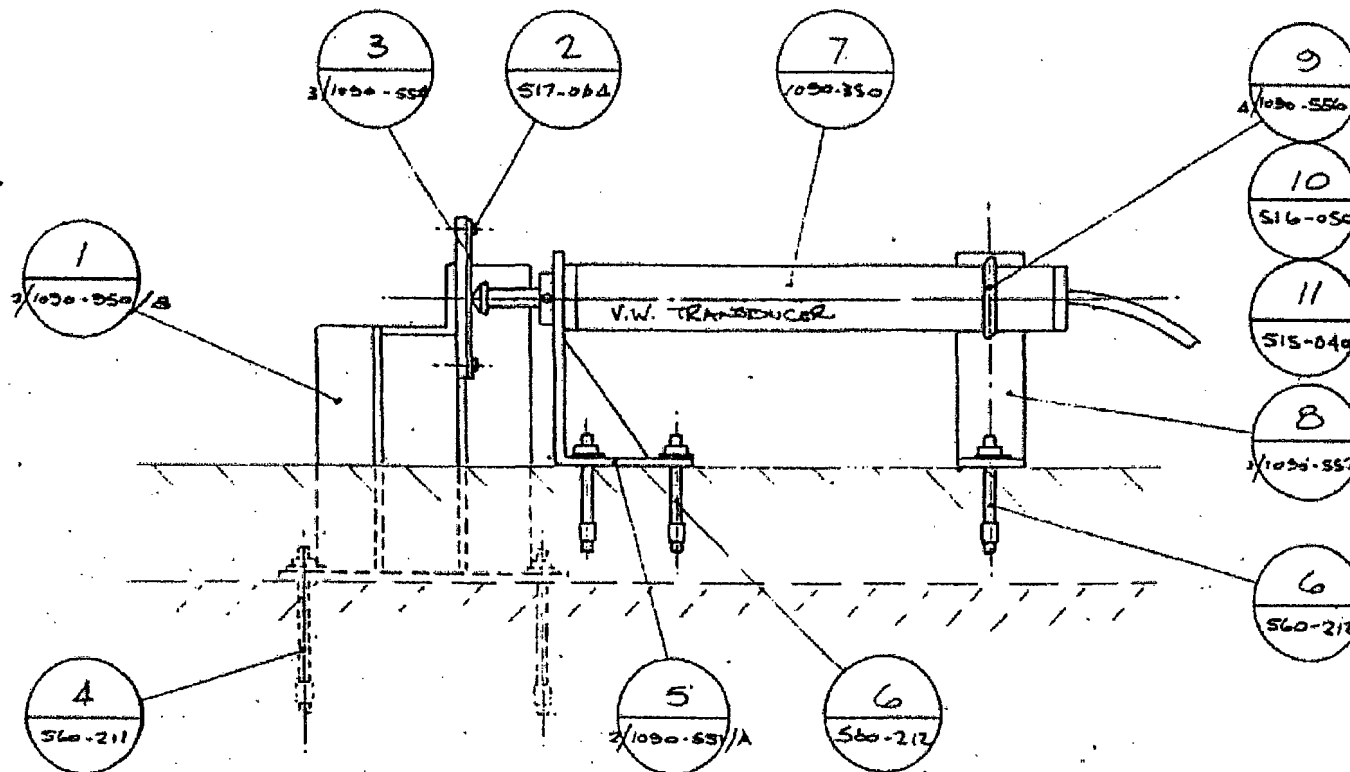
DIMENSIONS IN

DO NOT SCALE

CONVENTIONS USED SEE BS 308

IF IN DOUBT AS1

USED ON	
SYSTEM/ASSY.	DATA SHEET

RANGE ± 25 MM

				MATERIAL		DRAWN 65C	TITLE PERIMETRIC JOINT METER: PARALLEL MEASURING ARRANGEMENT ASSEMBLY
				FINISH		CHKD. 65C	
				INCHES TOLERANCES METRIC		DATE 29-7-93	Soll Instruments Ltd. Bell Lane, Uckfield, East Sussex. TN22 1QL Tel: Uckfield (0825) 765044 Fax: (0825) 781740
				FRACTIONAL $\pm 1/64$ DECIMAL $\pm .005$ UNLESS OTHERWISE STATED.	DIMENSIONS ± 0.25 mm UNLESS OTHERWISE STATED.	SCALE 1:4 APPROVED 65C	
ISS.	DATE	REVISION	SIG.				

THIRD ANGLE PROJECTION

REMOVE ALL BURRS AND SHARP EDGES

DIMENSIONS IN

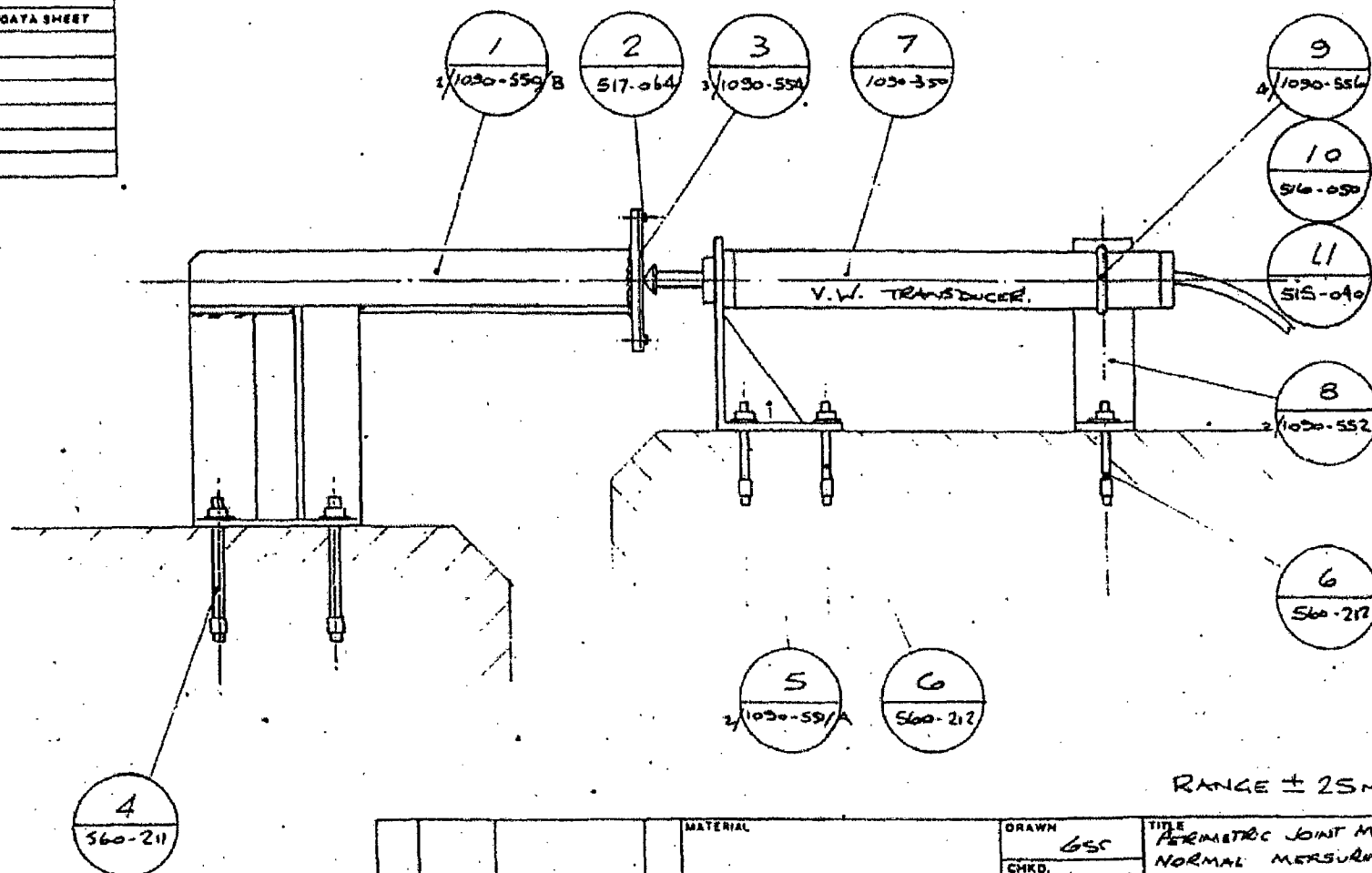
DO NOT SCALE

CONVENTIONS USED SEE BS 308

IF IN DOUBT ASK

USED ON

SYSTEM/ASSY.	DATA SHEET

RANGE $\pm 25\text{mm}$

				MATERIAL		DRAWN	TITLE PERMETRIC JOINT METER: NORMAL MEASURING ARRANGEMENT ASSEMBLY
				FINISH		CHKD.	
						DATE	
				INCHES		TOLERANCES	
FRACTIONAL : 1/64		DIMENSIONS ± 0.25mm		1: 4.	Soll instruments Ltd. 96th Lane, Uckfield, East Sussex, TN22 1OL Tel: Uckfield (0825) 765044 Fax: (0825) 761740		
DECIMAL : .005		UNLESS OTHERWISE STATED.					
UNLESS OTHERWISE STATED.							
ISS.	DATE	REVISION	SIG.			APPROVED	ORD. No.
						GSC.	A31 1090-600

THIRD ANGLE PROJECTION

REMOVE ALL BURRS AND SHARP EDGES

DIMENSIONS IN

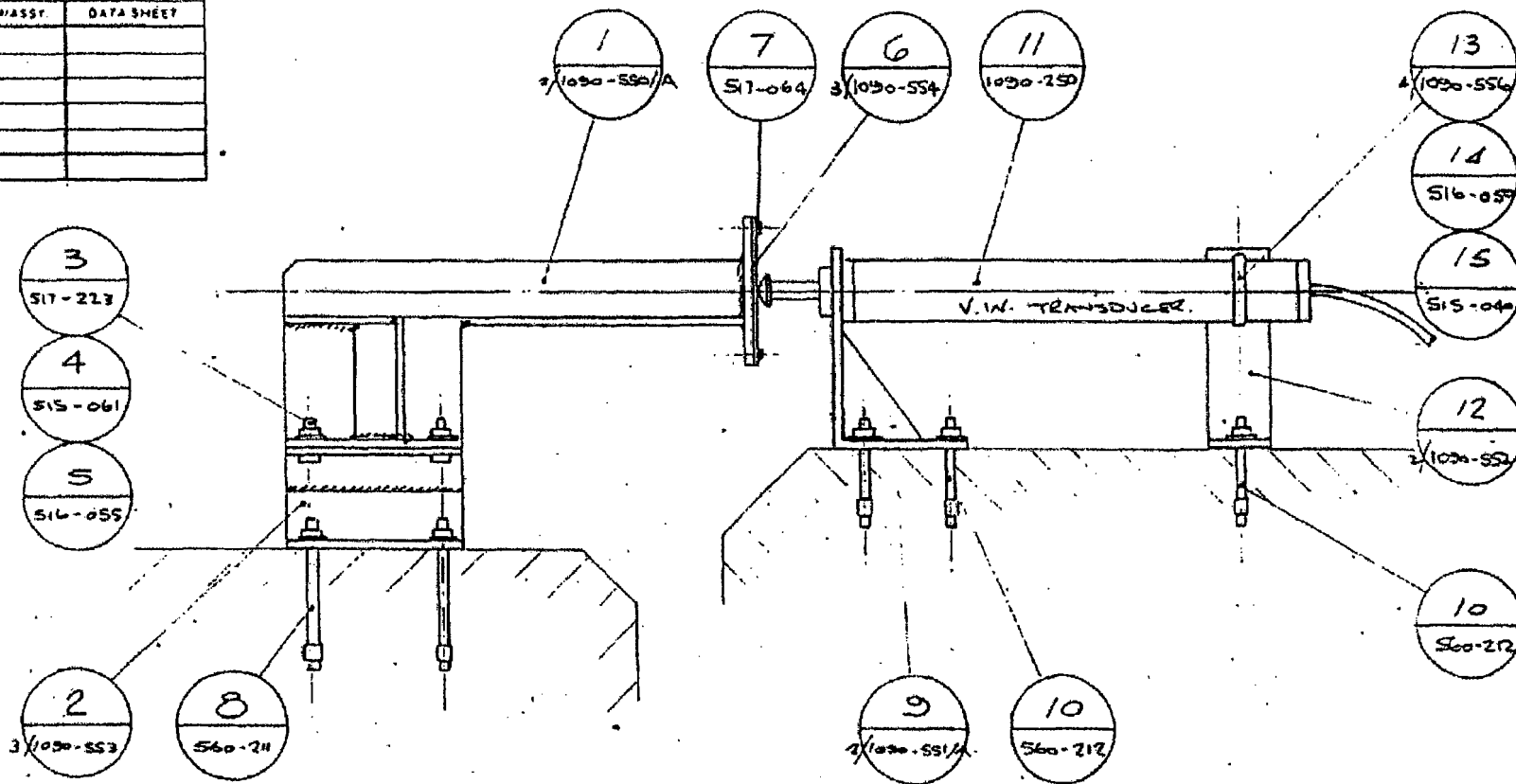
DO NOT SCALE

CONVENTIONS USED SEE BS 308

IF IN DOUBT ASK

USED ON

SYSTEM/ASST	DATA SHEET

RANGE ± 50 mm

				MATERIAL	DRAWN GSC		TITLE PERIMETRIC JOINT METER : NORMAL MEASURING ARRANGEMENT ASSEMBLY.				
				FINISH	CHKD. GSC						
				INCHES		TOLERANCES		METRIC		DATE 30-7-53	Soil Instruments Ltd. 80th Lane, Uckfield, East Sussex, TN22 1QL Tel: Uckfield (0825) 785044 Fax: (0825) 781740
				FRACTIONAL : 1/64 DECIMAL : .005 UNLESS OTHERWISE STATED.		DIMENSIONS : 0-25mm		SCALE 1:4			
				UNLESS OTHERWISE STATED.		UNLESS OTHERWISE STATED.		APPROVED GSC			

THIRD ANGLE PROJECTION

REMOVE ALL BURRS AND SHARP EDGES

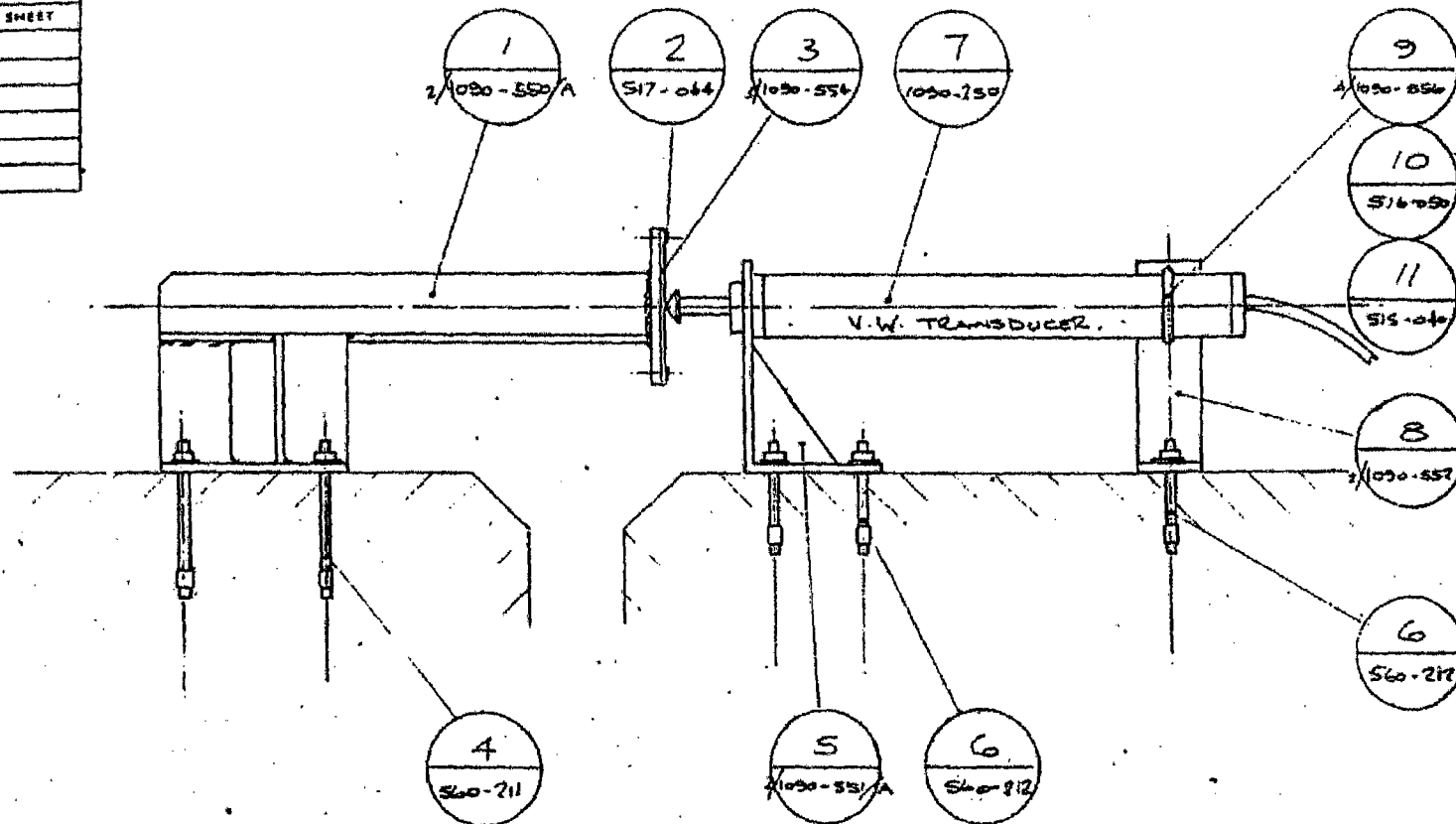
DIMENSIONS IN

DO NOT SCALE

CONVENTIONS USED SEE BS 308

IF IN DOUBT AS

USED ON	
SYSTEM/ASSY.	DATA SHEET

RANGE ± 50 mm

183.	DATE	REVISION	SIC.	MATERIAL	DRAWN	TITLE
				FINISH	CHKD.	PERMEABLE JOINT METER:
				INCHES TOLERANCES METRIC	DATE	NORMAL MEASURING
				FRACTIONAL $\pm 1/64$ DECIMAL ± 0.05 UNLESS OTHERWISE STATED.	30-7-53 SCALE 1:4 APPROVED GSC	ARRANGEMENT ASSEMBLY Soil Instruments Ltd. Bell Lane, Uckfield, East Sussex, TN22 1OL Tel Uckfield (0825) 785044 Fax (0825) 781740 ORG. No. A3/ 1090-500

THIRD ANGLE PROJECTION

REMOVE ALL BURRS AND SHARP EDGES

DIMENSIONS IN

DO NOT SCALE

CONVENTIONS USED SEE BS 308

IF IN DOUBT ASK

USED ON

SYSTEM/ASY.	DATA SHEET

3
517-223

4
515-061

5
516-055

8
560-211

2
3/1090-553

1
2/1090-260/A

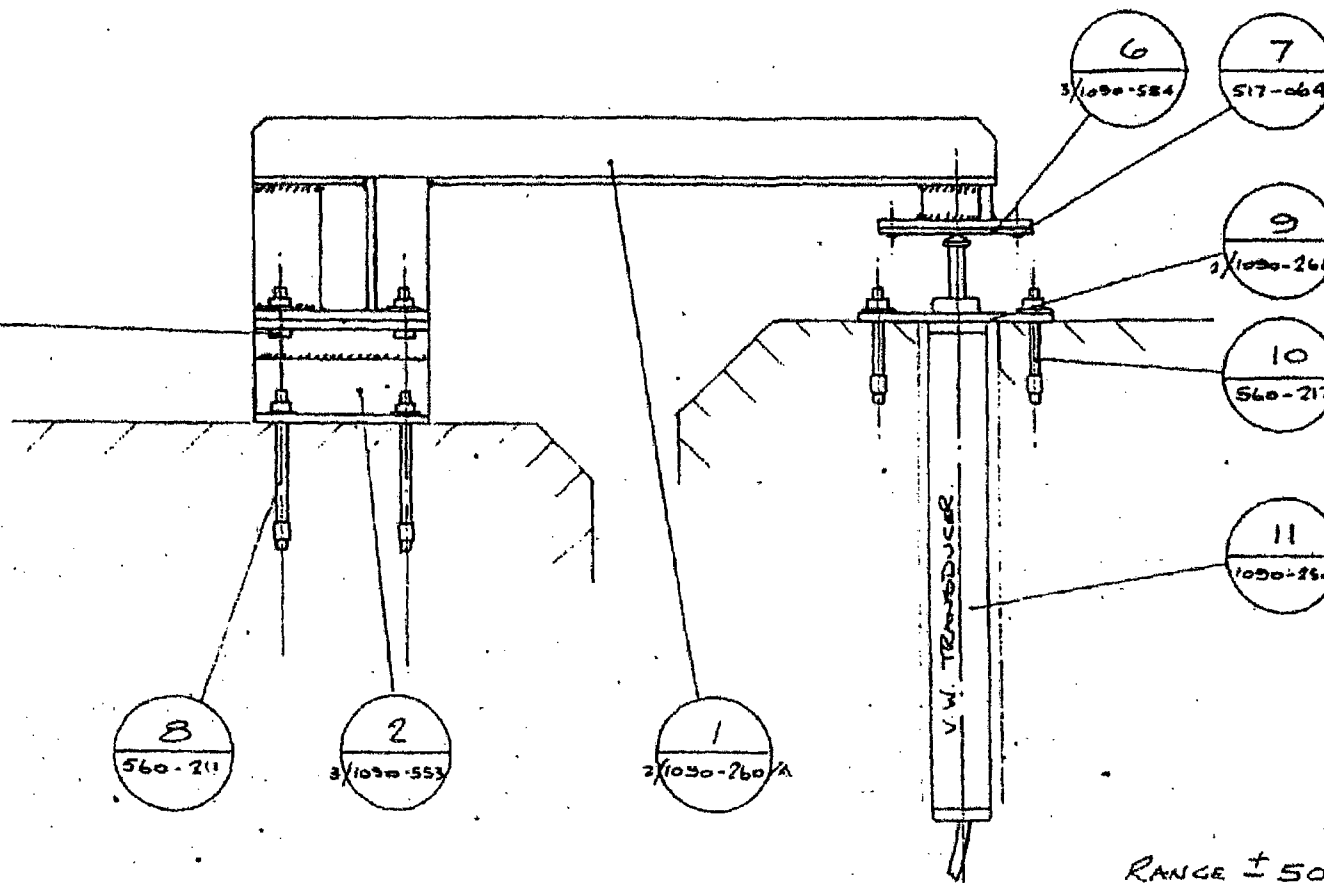
6
3/1090-584

7
517-064

9
1/1090-261

10
560-212

11
1090-260



MATERIAL	DRAWN GSC	TITLE PERIMETRIC JOINT METER: SHEAR MEASURING ARRANGEMENT ASSEMBLY
FINISH	CHNO. GSC	DATE 30-7-93
INCHES	TOLERANCES	SCALE 1:4
FRACTIONAL ± 1/64	DIMENSIONS ± 0.25mm	APPROVED GSC
DECIMAL ± .005	UNLESS OTHERWISE STATED.	DAG. No. A3/1090-200/A
ISS.	DATE	REVISION
SIG.		

THIRD ANGLE PROJECTION

REMOVE ALL BURRS AND SHARP EDGES

DIMENSIONS IN

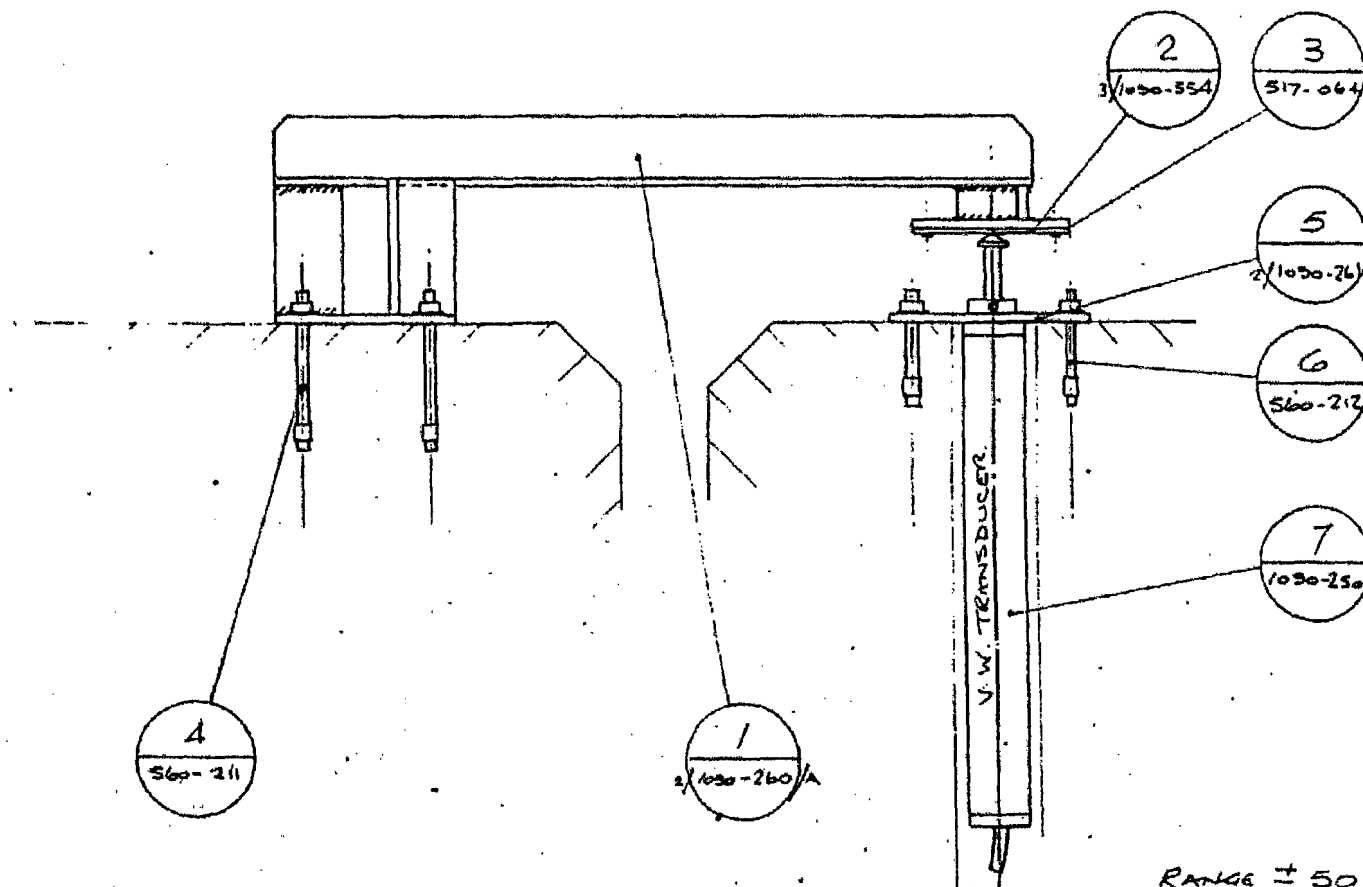
DO NOT SCALE

CONVENTIONS USED SEE BS J08

IF IN DOUBT ASK

USED ON

SYSTEM/ASST DATA SHEET

RANGE ± 50 mm

ISS.	DATE	REVISION	SIC.	MATERIAL	DRAWN GSC	TITLE PERIMETRIC JOINT METER: SHEAR MEASURING ARRANGEMENT ASSEMBLY
				FINISH	GSC	Soil Instruments Ltd.
				INCHES TOLERANCES METRIC	DATE 30-7-93	Bell Lane, Uckfield, East Sussex, TN22 1OL Tel: Uckfield (0825) 785044 Fax: (0825) 781740
				FRACTIONAL $\pm 1/64$ DECIMAL $\pm .005$ UNLESS OTHERWISE STATED.	SCALE 1:1	Dwg. No. 1211090-2
				DIMENSIONS ± 0.25 mm UNLESS OTHERWISE STATED.	APPROVED GSC	

THIRD ANGLE PROJECTION

REMOVE ALL BURRS AND SHARP EDGES

DIMENSIONS IN

DO NOT SCALE

CONVENTIONS USED SEE BS 308

IF IN DOUBT ASK

USED ON	
SYSTEM/ASSEY.	DATA SHEET

NORMAL ± 50 mm
RANGE

SHEAR ± 25 mm
RANGE

PARALLEL ± 25 mm
RANGE

STEEL BOX
50 mm
THICK

JOINT:- BELLOWS
REINFORCED RUBBER
ALONG TOP AND BOTH
ENDS. (SECURED BY
STEEL STRIPS AND RIVETS)

FIXED TO SLAB
BY EXPANDING
ANCHORS

BREATHER HOLES
ALONG SIDES

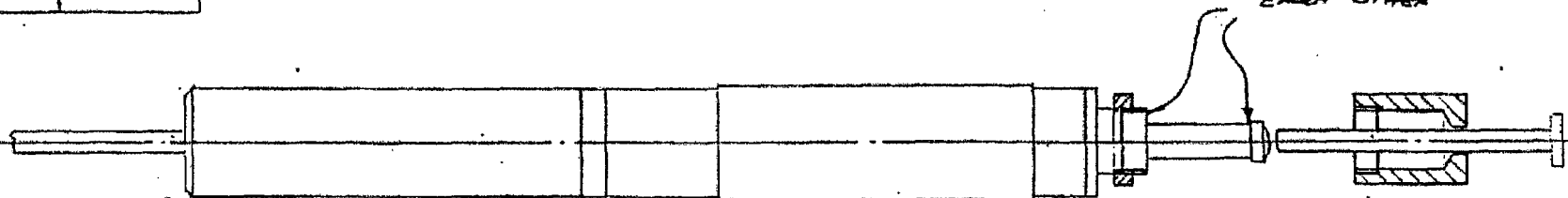
FINALLY COMPLETED PROTECTIVE COVER.
TO BE COVERED WITH LAYERS OF
GEOTEXTILE AND STEEL MESH FOR
RETENTION.

				MATERIAL		DRAWN	TITLE
				~		GSK	PERIMETRIC JOINT METER
				FINISH		CHKD.	PROTECTIVE COVERS
				~		GSK	SUGGESTED ARRANGEMENT
				INCHES		TOLERANCES	METRIC
FRACTIONAL $\pm 1/64$		DIMENSIONS ± 0.25 mm		17-8-83	Ball Lane, Uckfield, East Sussex, TN22 1QL		
DECIMAL $\pm .005$				SCALE	Tel: Uckfield (0625) 765044 Fax: (0625) 761740		
UNLESS OTHERWISE STATED.		UNLESS OTHERWISE STATED.		N.T.S.			
				APPROVED	DRG. No.		
				GSK	A3/ 1090-156		

THIRD ANGLE PROJECTION
DO NOT SCALE
REMOVE ALL BURRS AND SHARP EDGES
CONVENTIONS USED SEE BS 308
DIMENSIONS IN
IF IN DOUBT ASK

USED ON	
SYSTEM/ASBY.	DATA SHEET

AVOID TWISTING:
CHECK LINE-UP MARKS
ARE RELATIVE TO
EACH OTHER



LOCK NUT
SCREW ON
COVER
PRESS IN
PLUNGER
TO AVOID
TWISTING
PLUNGER

				MATERIAL	DRAWN	TITLE
				FINISH	CHKD.	
				INCHES	TOLERANCES	METRIC
				FRACTIONAL : 1/64 DECIMAL : .005 UNLESS OTHERWISE STATED.	DIMENSIONS : 0-25mm UNLESS OTHERWISE STATED.	
ISS.	DATE	REVISION	SIG.	DATE		SCALE
				20. 8. 93		1:2
				APPROVED		ORG No.
				GSC		A31/1090-157.

Appendix I - A Typical Works Calibration Data SheetSOIL INSTRUMENTS LTD
VIBRATING WIRE INSTRUMENT CALIBRATION CERTIFICATE

Instrument Type : VM JOINTMETER Serial No : 50/208 /J
 Range : 0 to 50 mm Customer/Contract : SIL

WORKS CALIBRATION DATA

Date of Calibration : 05/06/89 Gauge Constant [mm].(K) = -121.1036
 Ambient Temperature : 21°C Calibrated By: Certified By:
 Barometric Pressure : 1028 mbars
 Works File No. : XXX

FIELD READINGS

Readout displaying
period x 10⁷

Readout displaying
frequency² x 10⁻³

Routine Readings

Indicated Change $P = K \left(\frac{10^7}{N_i^2} - \frac{10^7}{N_1^2} \right)$ $P = K(N_i - N_1) \times 10^{-4}$
 from reference setting:

Gauge Constant
(See Note 1)

$$K = \frac{R}{\left(\frac{10^7}{N_o^2} - \frac{10^7}{N_r^2} \right)}$$

$$K = \frac{R}{(N_o - N_r)} \times 10^4$$

Where

R = Calibrated instrument range in millimetres
 No, Nr = Initial and full scale calibration readings
 Ni = Reference reading at initial setting
 P = Indicated change in millimetres
 K = Gauge Constant
 N1 = Routine Reading displayed by readout.

Note 1 The works gauge constant may be checked by user after recalibration by using the above formulae.

Note 2 For data on temperature and barometric pressure effects, refer to the users manual.

Note 3 Zero reading 'No' must be established by user on site on installation.

SOIL INSTRUMENTS LTD. Bell Lane, Uckfield, East Sussex TN22 1QL, UK
 Tel:(0825) 765044 Fax:(0825) 761740 Telex: 95123

NOTE: BAROMETRIC PRESSURE DOES NOT AFFECT VW JOINTMETERS (TRIAIAL)

MEDIDORES DE JUNTAS PERIMETRALES

Notas del Traductor

La traducción del Manual de Uso de los medidores de junta perimetrales fué realizada por Claus Fahrenkrog Sch, Representante de SOIL INSTRUMENTS LIMITED en Chile.

Los comentarios adicionales que se indican a continuación son el resultado de la recepción de los instrumentos en faena y de los alcances y modificaciones menores que se observaron en los sensores y las unidades de lectura:

- 1.- Las lecturas de calaje inicial se podrán realizar en unidades directas en milímetros, en consideración a que se dispone de un Data Logger, que incluye un microprocesador, el cual reduce los datos directamente, previa inclusión de las Constantes de Calibración de cada sensor.
- 2.- Se recomienda efectuar la uniones de los cables mediante soldadura, sistema que es más seguro que el indicado en el Manual.

**PLANTA UBICACIÓN ELEMENTOS
DE CONTROL
EMBALSE SANTA JUANA**

EMBALSE SANTA JUANA

