

La **NORMATIVA ISO 17123-4** y su aplicación en la **Certificación de Estaciones Totales, Teodolitos y Niveles**

*Ing. A. Márquez ---- BSEE Columbia University.N.Y. - MSEE UCV Caracas
MECINCA-Caraca. Gerente General.*

Sumario

Most relevant companies and important projects, are ISO 9000/02 certified and to go along with the standard is necessary to track their measuring quality, to show the audit authorities that the instruments they are using on the project are the appropriate. On surveying and construction matters, those instruments consist usually, on measuring tapes, theodolites, levels, Electronic Total Stations, EDM's and its ancillary equipment.

The standard that defines the routines to calibrate surveying instruments are the ISO 17123 and its equivalent DIN 18723, they establish the procedures to check the instruments and the measures to calculate their accuracy and precision. The fact that those procedures are tedious and long time



consuming, there are establish on the same standar some easier ways to confirm the instrumental accuracy from time to time, or just to confirm it, after intrument repairing or preventive maintenance.

In MECINCA we use optical colimators as field targets, making easier the angular observations without external sistematic or random errors. Our array of four optical colimators allows us to make observations on both the horizontal and vertical planes. In this work we take measures on the way that ISO 17123 recomends in full, and also we apply some constraints to shorten the measure routines. We compare both systems, taking their confidence intervals, and we make conclusions. Finally we show the main optical, mechanics, and electronics checks out and the adjustments that we usually make to the Total Stations and the way we calculate their accuracy parameters.

Introducción

El ISO 9001/9002, ha creado la necesidad de un estándar de control que garantice la fiabilidad de la mencionada normativa en todas las aplicaciones y productos que la envuelven, por lo cual los supervisores de control de calidad exigen el certificado de Calibración de los equipos de medición asociados con los proyectos y o en las líneas de producción.

Las empresas que realizan observaciones angulares y o mediciones de distancia en obras de ingeniería Civil, Naval, del Petróleo, en Montajes Industriales, o en simples levantamientos topográficos para futuros proyectos, deben presentar Certificados de Calibración de los instrumentos utilizados en el trabajo, que en general consisten de Estaciones Totales, equipos GPS, cintas métricas y otros implementos auxiliares de medición.

En estas notas presentaremos una normativa existente, la ISO 17123, para la certificación de equipos para mediciones angulares según calidad del mismo, y la forma como en MECINCA la implementamos, para después de reparar o realizar mantenimiento a un equipo, o simplemente, en forma regular Certificar las bondades de los mismos. Se presentara el uso de los Colimadores, como puntos auxiliares de lectura con los equipos, y un sistema formado por un conjunto de Cuatro unidades, cuyos ejes convergen a un solo centro geométrico. Se mostraran los intervalos de confianza obtenidos, versus numero de mediciones, con el programa en lenguaje C que se anexa ademas de otros resultados de la investigación.

Propósito

Pretendemos hacer llevar a las autoridades de control de calidad que la elaboración de los Certificados de Calibración de Niveles, Teodolitos y Estaciones Totales topográficas, depende casi exclusivamente del proceso de observación y conteo estadístico de medidas y resultados, en lugar de la comparación en forma absoluta de las observaciones con un patrón angular determinado. Que si bien existen bloques angulares patrón, los mismos sólo podrían verificar en forma relativa una medición particular, y no el rendimiento general del instrumento, que es lo que se calcula y verifica con la

Normativa. Comparamos en forma analítica los resultados de una medición completa a cuatro puntos para ISO 17123, contra una versión reducida y simplificada de la misma, para concluir que los resultados son similares, adoptando la última cómo el procedimiento de calibración en nuestra empresa.

Finalmente se muestra el modelo de rutinas que en MECINCA utilizamos en forma metodológica para realizar mantenimiento correctivo y Certificar las Estaciones Totales Topográficas y los Teodolitos que allí recibimos.

Precedentes de la NORMATIVA

La Normativa ISO 17123 surgió por la necesidad de evaluar en forma fidedigna las exactitudes reales en los nuevos equipos electrónicos, sobre todo, por la alta resolución que los mismos ofrecían, a veces de décimas de segundo, que confunden al usuario, sobre la verdadera precisión del instrumento. Justamente en el periodo de transición en que los teodolitos ópticos tradicionales finalizan su producción y aparecen los equipos electrónicos se producen estas confusiones, y surge la necesidad del estándar. Actualmente la estandarización de los instrumentos ópticos está regida por el comité ISO/TC172 – Óptica e Instrumentos Ópticos con siete comités de los cuales el que nos concierne es el SC 6 “Instrumentos Geodésicos y de Topografía”, entre cuyos miembros figuran USA, Japón, Suecia, Alemania, y otros países que son productores de estos tipos de equipos. Entre los estándares publicados por el Subcomité SC6 figuran los siguientes:

ISO 9849 Terminología y Vocabulario.

ISO 17123-1 Accesorios para instrumentos geodésicos

ISO 17123-2 Trípodes y otros accesorios

ISO 17123-4 Procedimientos de campo para determinación de exactitud en:

Parte 1: Niveles

Parte 2: Teodolitos

Parte 3: Distanciómetros

Esta norma es realmente equivalente a la DIN 18723, con sus correspondientes repasos y mejoras.

La Normativa ISO 17123-4

Cuando una Estación Total o un Teodolito especifica que según la ISO 17123 su precisión es de 2" (dos segundos), implica que una sola medición realizada en las caras derecha e inversa del mismo, puede diferir con un error máximo de dos segundos, sin detrimento alguno de que el instrumento pueda tener una resolución o lectura mínima muy por debajo de éste valor.

Para garantizar la fiabilidad de la normativa, los fabricantes deben someter sus equipos a pruebas reconocidas que evalúan el cumplimiento de la norma en todos los casos, y bajo cualquier circunstancia de trabajo. El ISO 17123-4 establece que se deben tomar cuatro instrumentos al azar de la línea de producción, y se deben

probar, por cuatro operadores diferentes, cuatro días diferentes, y en cuatro lugares, de preferencia también diferentes. La medición debe ser realizada de la siguiente manera:

El operador debe medir sobre cuatro puntos, que cubran a intervalos de 90 grados toda la circunferencia de nuestro horizonte, los puntos deben ser bien visibles por el operador, y éste realizará cuatro series, derecha e inversa, a las cuatro miretas de puntería instaladas sobre los puntos. Cada serie cubrirá las lecturas de 0, 45, 90 y 135 grados, lo que garantiza un control completo de la excentricidad que pudiese existir en los ejes de los círculos de lectura o cualquier anomalía mecánica. Seguidamente se pasa a la reducción de los datos, que más adelante veremos con detalle, cuyo proceso, nos mostrará finalmente la precisión del instrumento en unidades de segundos de arco.

Observamos que la ISO 17123, es bastante severa



por cuanto necesitamos **cuatro instrumentos tomados al azar de la línea de producción**, para garantizar y cotejar la precisión de los instrumentos que salen de la misma, **lo que no es el caso de un instrumento que deseamos probar, después por ejemplo, de realizarle mantenimiento**, pero empresas como SOKKIA, ha provisto de métodos similares pero más sencillos, basados en las observaciones de un solo instrumento para confirmar que el mismo mantiene la precisión de origen, es decir la que obtuvimos con el método completo en la línea de producción.

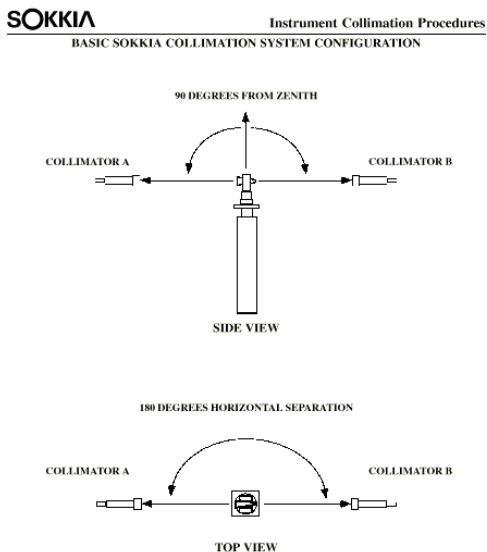
Colimadores Ópticos

Las normativas ISO 17123 expresa:

Instalen Cuatro Tarjetas de puntería, a una distancia aproximada entre 50 a 100 metros y que las observaciones que se realicen hacia ellas no se distorban en forma alguna, por refracción o por cualquier otra condición exterior.....



Realmente lo que se busca es eliminar cualquier error que no provenga del instrumento en prueba, por lo cual usando la tecnología SOKKIA, en MECINCA disponemos de cuatro COLIMADORES que nos sirven de blanco, y de horizonte artificial, para realizar las observaciones necesarias a fin de verificar que los instrumentos cumplen con la normativa.



Un Colimador es un telescopio con un retículo similar al de un nivel topográfico de burbuja, que tiene una óptica muy sencilla, con baja aberración geométrica y de alta calidad. Miramos desde nuestro instrumento al Objetivo del Colimador y frente al ocular del mismo hemos instalado un sistema de iluminación que nos permite ver los hilos del retículo cómo si estuviésemos mirando un punto situado en el infinito. Si montamos el Colimador en una columna sólida nos servirá de referencia, y realizara ola misma labor, cómo si fuese una mireta de poligonometría situada a unos 100 metros de distancia, pero sin ninguna

perturbación por refracción de la luz, vapor de agua o interferencias externas. También disponemos de otro Colimador con retículos múltiples, que nos permiten ejercitar nuestro teodolito o estación cómo si estuviésemos enfocando y leyendo la lectura angular a una mireta situada a 2, 5, 7, 9, 15, 30 o 100 metros de distancia, sin tener perturbaciones por la iluminación, refracción a cualquier agente externo inductor de errores. Con este Colimador de retículos múltiples, detectamos errores por excentricidad mecánica en el sistema de enfoque, o errores de óptica, del equipo en prueba.

El ISO 17123 o DIN 18723 en MECINCA

Para la Certificación de Instrumentos Topográficos, se hace necesario, realizar mediciones suficientes, que nos permitan establecer que la precisión y exactitud a mostrar en las mediciones de campo, sean al menos las mismas o mejores que las especificadas en el documento que las acredita. Para ello se realizan mediciones que cubran ampliamente y excedan, las condiciones que el instrumento va a tener durante su operación normal de trabajo.

Nuestros Datos de prueba de Calibración Angular,



consisten en un conjunto de Cuatro Series tomadas a Cuatro puntos diferentes. Las series se toman en forma Directa e Inversa, en las porciones de 0, 45, 90, y 135 grados del círculo horizontal. Los datos de estas mediciones, en tiempo real se insertan en un computador

que tiene un programa en lenguaje C que acepta la secuencia de puntos, y realiza los calculos, para al final darnos todos los reportes estadísticos junto a la precisión del instrumento según ISO 17123-4.

Como primer paso los Datos se normalizan a cero en la primera observación, es decir extraemos los valores de la primera columna al resto de las columnas de datos. A continuación se promedian las dos observaciones, la realizada con el telescopio en forma directa y la realizada en forma inversa. Se toman los promedios por punto, se comparan con los datos de los dos lados promediados y se extraen los residuos los cuales se ajustan y se les extrae el Promedio y la Desviación Estándar de los mismos que finalmente representa la Precisión DIN 17123 de las mediciones. Ver detalles en programa anexo.

Experimento con CUATRO PUNTOS

Serie tomadas originales:

Punto1	punto 2	punto 3	punto 4
0.0011	179.5957	269.2905	345.0546
180.0014	0.0003	89.2910	165.0544
45.2252	225.2245	314.5145	30.2825
225.2256	45.2245	134.5150	210.2829
90.4540	270.4537	0.1437	75.5121
270.4544	90.4534	180.1446	255.5127
135.5742	315.5731	45.2636	121.0321
315.5742	135.5733	225.2643	301.0323

Reporte de Datos con REDUCCIÓN del PUNTO 1 a cero

0.0000	179.5946	269.2857	345.0532
0.0000	179.5949	269.2856	345.0528
0.0000	179.5953	269.2853	345.0535
0.0000	179.5949	269.2854	345.0533
0.0000	179.5957	269.2857	345.0541
0.0000	179.5950	269.2902	345.0538
0.0000	179.5949	269.2854	345.0540
0.0000	179.5951	269.2901	345.0540

Reporte de los Datos con los DOS LADOS PROMEDIADOS

0.0000	179.5947	269.2856	345.0530
0.0000	179.5951	269.2853	345.0534
0.0000	179.5953	269.2859	345.0539
0.0000	179.5850	269.2858	345.0540

Promedios angulares por punto:

0.0000	179.5950	269.2857	345.0536
--------	----------	----------	----------

Reporte de los residuos

0.0000	-0.0003	0.0000	-0.0006	-0.0009
0.0000	0.0001	-0.0003	-0.0002	0.0004
0.0000	0.0003	0.0003	0.0004	0.0010
0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0005

Suma de Residuos

Residuos Ajustados

0.0002	-0.0001	0.0002	-0.0004
-0.0001	0.0002	-0.0002	-0.0001
-0.0002	0.0001	0.0000	0.0001
-0.0001	-0.0002	0.0000	0.0003

La Precisión del Instrumento según ISO 17123-4 es de:
2. 12 segundos.

Experimento con DOS PUNTOS

Repetimos los mismos procedimientos y rutinas pero en vez de utilizar cuatro puntos en la medición, lo realizamos con dos puntos. Para ello sólo utilizamos las columnas 1 y 2 de la data original, que corresponden a mediciones realizadas en 0 y 180 grados, y también combinamos los Datos de la segunda y tercera columna, como también la segunda y cuarta para finalizar con la primera y cuarta columna. Mostramos el experimento con la primera y segunda columna que corresponde a la forma en que están instalados los colimadores en nuestros laboratorios, en cero y 180 grados.

Datos originales de la medición:

Punto1	punto 2
0.0011	179.5957
180.0014	0.0003
45.2252	225.2245
225.2256	45.2245
90.4540	270.4537
270.4544	90.4534
135.5742	315.5731
315.5743	135.5733

Reducción del PUNTO 1 a cero

0.0000	179.5946
0.0000	179.5949
0.0000	179.5953
0.0000	179.5949
0.0000	179.5957
0.0000	179.5950
0.0000	179.5949
0.0000	179.5951

Promedio de mediciones Directa-Inversa

0.0000	179.5947
0.0000	179.5951
0.0000	179.5953
0.0000	179.5850

Promedio por punto

0.0000	179.5950
--------	----------

Residuos

		Suma de Residuos
0.0000	-0.0003	-0.0003
0.0000	0.00005	0.00005
0.0000	0.000298	0.000298
0.0000	0.000049	0.000049

Residuos Ajustados

0.00015	-0.00015
-0.000025	0.000025
-0.000149	0.000149
0.000024	-0.000024

La Normativa ISO 17123 es de 1.93 segundos

Excluimos resultados parciales:

Con la combinación columna 1 y 4 (0 y 345 grados)

La Normativa ISO 17123 es de 1.91 segundos

Con la combinación columna 2 y 3

La Normativa iso 17123 es de 1.98 segundos

Observamos que si redondeamos al segundo, que es la unidad mínima o resolución instrumental típica de estos aparatos, el experimento ISO completo que arrojó 2.12 segundos redondearía a 2 segundos, igual que 1.93 y 1.91 también redondearían a 2 segundos.

Resultados similares vemos con el resto de las combinaciones de columnas, realizadas con dos colimadores, mediante los procedimientos anteriormente expuestos, que muestran ser muy similares a las extraídas para ISO 17123 en forma completa. El análisis del intervalo de confianza para la desviación estándar de la muestra con 15 y 7 grados de libertad difieren sólo ligeramente, y podemos establecer que la desviación estándar obtenida por este método está dentro del rango de precisión que la empresa manufacturera indica.

En el experimento se tomaron sólo datos de lectura del círculo horizontal, y se obviaron las mediciones del vertical, pero en forma similar se puede computar la precisión del vertical, en el cual especial interés hay que ejercitar en la exactitud y precisión de los compensadores electrónicos instalados en dicho sistema.

También debemos mencionar, que analizando los residuos, podemos descubrir anomalías motivadas por lo general por desgastes mecánicos o mal ajuste de excentricidad de los círculos y otras tendencias instrumentales, que son motivo de investigación a presentar en otra oportunidad.

Conclusiones:

La precisión de un Teodolito o Estación Total puede ser determinada en el laboratorio mediante lecturas a Colimadores aplicando el método expuesto, y la precisión así estimada, es bastante representativa y cónsona con la establecida mediante el método completo ISO 17123-4 en las especificaciones que ofrece el fabricante, por lo cual nuestro método es aplicable a evaluaciones periódicas de la precisión de equipos topográficos para su CALIBRACION, o para chequear los mismos después de realizar ajustes posteriores a una reparación, o mantenimiento rutinario. Posteriormente a las rutinas de medicion, se elabora un informe de laboratorio, que mostramos en el apendice, y un diploma que muestra la precision y la descripcion de los patrones usados.

Referencias:

DIN 18723 “ Procedimientos de Campo” 1990. DIN German office.

Knowles, David R. “Wild T16 vs. T1: A statistical Comparison of Precision”. Proceedings of the March 1980 ACSM Annual Convention.

Márquez A. “ La Precisión de Teodolitos según Normativa DIN 18723” II Congreso Venezolano de Geodesia 1989

M.J. Cunningham “ Measurement Errors and Instrument Inaccuracies “ , J Phys. E. Sciences Instruments. Vol 14, 1981.

Paiva, J.V.R. “ Evaluating the accuracy of Electronic Theodolites. ACSM Fall convention 1985

ISO 12857 (2001) Optics and Optical Instruments. Field procedures for determining accuracy.

ISO / DIS 17123 (2001) Optics and Optical Instruments. Field procedures for testing geodetic and surveying instruments.

ISO 8322 (2001) Building Construction. Measuring Instruments. Procedures for determining accuracy in use.

APENDICE 1

```
/*Programa en lenguaje C para cálculo de
incertidumbre instrumental de acuerdo a
DIN18723 */
```

```
/* Variante del programa que carga solo 2
observaciones en cara puntos 0 y 3*/
/* #define XY(row,col)
printf("%d;%d",row,col) */
/* Variables Globales */
void borra_key();
float grad(double dum),gradlib;
double sexrd(double dum); /*Funcion
que convierte grados a radianes */
float buff1,buff2,buff3,buff4; /* Convierte
radianes a grados */
double
MD[8][5],MN[8][5],MR[8][5],R[8][5],sigmaDIN,S
UMA;
```

```
void main() /* Programa principal */
{
    int f,s,c,t;
    char resp;
    FILE *stream; /* Se declara un
descriptor */ /* borra_key(); */
    /* Limpiamos la matriz */
    for (s=0; s<=7; s++)
        for (t=0; t<=4; t++)
            { MN[s][t]=0;
MD[s][t]=0; MR[s][t]=0; R[s][t]=0; }
    stream=fopen("din3.txt","r"); /* Abre
Archivo */
    for (s=0; s<=7; s++)
        { fscanf(stream, "%f %f %f
%f",&buff1,&buff2,&buff3,&buff4);
MD[s][0]=sexrd(buff1);
MD[s][1]=sexrd(buff2);
MD[s][2]=sexrd(buff3);
MD[s][3]=sexrd(buff4); }
    fclose(stream);
    /* clrscr() */ ; printf("\n\n");
printf(" REPORTE DE LOS DATOS
OBSERVADOS ORIGINALMENTE \n");
printf(" -----
\n");
printf(" Punto 1 Punto 2
Punto 3 Punto 4 \n");
printf(" -----
\n");
for (f=0; f<=7; f++)
    { for (c=0; c<=1; c++)
    { gotoxy(c*14,10+f);
printf(" %3.4f",grad(MD[f][c]));
printf("\n"); }}printf("\n\n Presione
ENTER para continuar:");
getchar(); /* borra_key(); */
/* Se normaliza con los puntos
arrancando en cero */
for ( f=0; f<=7; f++)
    for ( c=0; c<=1; c++)
        MN[f][c]=MD[f][c]-MD[f][0];
    /* Se toman los complementos para
angulos negativos */
    for ( f=0; f<=7; f++)
        for (c=0; c<=1; c++)
```

```
if ( MN[f][c] <0) MN[f][c]=2*M_PI+MN[f][c];
/* borra_key(); */ clrscr();
printf("\n\n");
printf(" REPORTE DE LOS DATOS REDUCIDOS
CON PUNTO 1 A CERO \n");
printf(" -----
\n");
printf(" Punto 1 Punto 2
Punto 3 Punto 4 \n");
printf(" -----
\n");
for (f=0; f<=7; f++)
    { for (c=0; c<=1; c++)
    { gotoxy(c*14,10+f);
printf(" %3.4f",grad(MN[f][c]));
printf("\n"); }}
printf("\n\n Presione ENTER para
continuar:");
getchar(); clrscr();
/* Calculo del promedio de los lados
1 y 2 del teodolito */
for ( f=0; f<=3; f++)
    for (c=0; c<=1; c++)
        MR[f][c]=(MN[f*2][c]+MN[(f*2)+1][c])/2.0;
    /* Calculo de los promedios */
    for (c=0; c<=2; c++)
        for (f=0; f<=3; f++)
            MR[4][c]=MR[4][c]+MR[f][c];
        for (c=0; c<=1; c++)
            MR[4][c]=MR[4][c]/4.0;
        clrscr(); printf("\n\n");
printf(" REPORTE DE LOS DATOS CON LOS
DOS LADOS PROMEDIADOS \n");
printf(" -----
\n");
printf(" Punto 1 Punto 2
Punto 3 Punto 4 \n");
printf(" -----
\n");
for (f=0; f<=3; f++)
    { for (c=0; c<=1; c++)
    { gotoxy(c*14,10+f);
printf(" %3.4f",grad(MR[f][c]));
printf("\n");
}}printf("\n\n Presione ENTER para
continuar:");
getchar(); clrscr();
printf("\n"); printf("\n"); printf("\n");
printf(" Promedio 1 Promedio 2 Promedio
3 Promedio 4 \n");
for (c=0; c<=1; c++)
    { gotoxy(c*14,4+f);
printf(" %3.4f",grad(MR[4][c])); }
printf("\n");
printf("\n\n Presione ENTER para
continuar:");
getchar(); clrscr();
/* Calculo de residuos PARA DOS MEDICIONES
*/
for ( f=0; f<=3; f++)
    for ( c=0; c<=1; c++)
        {R[f][c]=MR[f][c]-MR[4][c];
R[f][4]=R[f][4]+R[f][c];}
printf(" REPORTE DE LOS RESIDUOS \n");
```

```

printf(" -----
----- \n");
printf(" Punto 1 Punto 2 Punto 3
Punto 4 Suma de R. \n");
printf(" -----
----- \n");
for (f=0; f<=3; f++)
{ for (c=0; c<=1; c++)
{ gotoxy(c*14,10+f);
printf(" %3.6f",grad(R[f][c])); printf("
%3.6f",grad(R[f][4]));
printf("\n"); }} printf("\n\n Presione
ENTER para continuar:");
getchar(); clrscr();
/* Ajuste de los residuos */
for (f=0; f<=3; f++)
R[f][4]=R[f][4]/2.0;
for (f=0; f<=3; f++)
for (c=0; c<=1; c++)
R[f][c]=R[f][c]-R[f][4];
printf(" REPORTE DE LOS RESIDUOS
AJUSTADOS \n");
printf(" -----
----- \n");
printf(" Punto 1 Punto 2
Punto 3 Punto 4 \n");
printf(" -----
----- \n");
for (f=0; f<=3; f++)
{ for (c=0; c<=1; c++)
{ gotoxy(c*14,10+f);
printf(" %3.6f",grad(R[f][c]));
printf("\n"); }}
printf("\n\n Presione ENTER para
continuar:");
getchar(); clrscr();
/* Calculo de la Incertidumbre del Teodolito
*/
/* El Calculo de incertidumbre depende de los
grados de libertad del experimento */
for ( f=0; f<=3; f++)
for (c=0; c<=1; c++)
SUMA=SUMA+pow(R[f][c],2.0);

```

```

sigmaDIN=pow(SUMA/3.0,.5);
printf("\n\n\n\n La precision del
Instrumento segun DIN 18723 es de %2.2f
segundos \n\n", grad(sigmaDIN)*10000);
} /* De Main */
/* Transforma a Radianes para Carga en
matriz MN */
double sexrd( double ang )
{ double grados, minutos, interm1,
interm2;
grados=(int)ang; interm1=(ang-
grados)* 100.0;
minutos=((int)interm1);
interm2=(interm1-minutos)*10.0/6.0;
return((grados+(minutos+interm2)/60.0)*M_PI/1
80.0);
}
/* Transforma de Radianes a Grados, Minutos
, Segundos */
float grad(double a)
{ double x,grados,minutos,segundos,interm;
x=a*(180.0/M_PI); grados=(int)x;
interm=(x-grados)*60.0;
minutos=(int)interm; segundos=(interm-
minutos)*60.0;
return((float)(grados + (minutos/100.0)+
segundos/10000.0));} void borra_key() {
/* while (kbhit()!='') getch();
*/ }

```

MECINCA Dpto. Técnico. Calibración Instrumental

Tipo de instrumento: Estacion Total Marca: SOKKIA Ref. Certificado 2014

Modelo: SET 2110 Serial: 23538

Reparado por: mecinca/LAB Calibrado por: Ing.A.Márquez

Rutinas realizadas de Confirmacion y/o Calibracion para optar al CERTIFICADO:

Limpieza y verticalidad de los retículos

Colimadores de puntería

Foco mínimo (1.3 o menos) y Claridad

Mordaza del plato inferior

Suavidad y repetibilidad de enfoque

Mordaza de la base

Contador horizontal y vertical

Lentes del objetivo

Tornillo Tangencial Vertical y mordaza

Resolución óptica

Tornillo Tangencial Horizontal y mordaza

Tornillos calantes

Excentricidad en plomada óptica

Apariencia externa y estuche

Burbujas de nivelación

Burbuja Colim. Vert.

Rango y exactitud del compensador

Excentricidad horiz.

Prueba Ambiental: Cero emision electrica. Sellado integral de tapas y coberturas.

Sección del EDM (Distanciómetro):

Baterias/Cargadores. Voltajes Fuente

Ajuste Oscilador

Motor ALC

Ajuste F1,F2,F3

Caida del Obturador / Ajustes Diafragma

Potencia de salida LASER

Fotodiodo de Avalancha ---- Voltaje de Vias

Resolución de ambigüedad

Corrección Pres. y Temp.

Constante de Prisma

Otros:

Patrón utilizado para Verificación de Distancia:

Cinta Lufkin 50 m. de Alta Precisión Aferida y Certificada por SENCAMER

Modelo 122719, serial 1850 DMM

Lecturas de Distancia Directa : (Promedios de Diez Lecturas)

Línea 71.141 m +- 1 mm. → 71.140.5 mm Diferencia:+0.5 mm Desviacion Estandar:+-1mm

Línea (sensibilidad) 2.000 m → 2.001 mm Diferencia: +1 mm Desviacion Estandar: +-1 mm

Incertidumbre : +- 2 mm. + 2 ppm.

Patrón utilizado para Verificacion Angular del COLIMADOR SOKKIA

400 mm.:

Nivel tubular de 1" de precision con incertidumbre de +- 0.1 "

Certificado por SENCAMER.

Lecturas encontradas frente al Colimador SOKKIA de 400 mm

Lecturas del Circulo Horizontal: (Promedios de Cuatro series, derecho/inverso)

F1: 00° 00' 00" 90° 00' 00" Residuo Microm: 0"

F 180° 00' 01" 270° 00' 02"

Error de Cierre: +-1.5"

Incertidumbre de medicion (ISO 17123) del Angulo Horizontal: +-2" F1/F2

Nota:

Lecturas del Circulo Vertical: (Promedios de Cuatro series)

F1: 90° 00' 00" 90° 00'

00" Residuo Microm: 0"

F2 : 269° 59' 58" 269° 00' 02"

Error de cierre: +- 2.0"

Incertidumbre de medición (ISO 17123) del Angulo Vertical: +- 2" F1/F2

Nota:

Fecha: 20/05/2014

Temperatura del Laboratorio: 23 C° Presión: 685 mm Hg

Aprobado: