

PROCEDIMIENTO PARA INTRODUCIR DESPLAZAMIENTOS EN EL EQUIPO TRIAXIAL GDS-LAB

A continuación se permite denotar un procedimiento para introducir datos suministrados por una fuente de sismo determinada y su respectiva lectura e interpretación en equipo triaxial.

1. REGISTRO SISMOGRAFICO DEL SISMO OCURRIDO EN MESA DE LOS SANTOS 10 MARZO DEL 2015

La información del sismo a estudiar se puede descargar por la red de acelerógrafos de Colombia, y se reporta según los diferentes puntos de control por acelerógrafos con los que cuenta la RNAC.

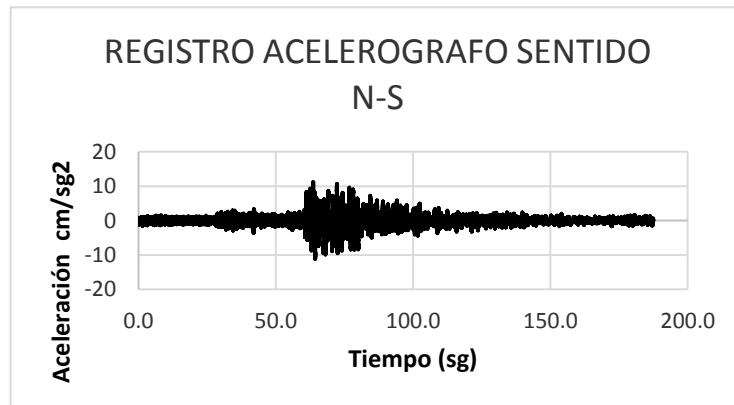
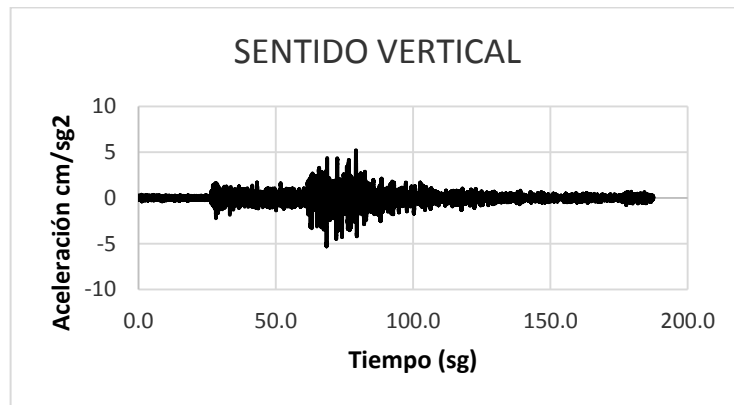
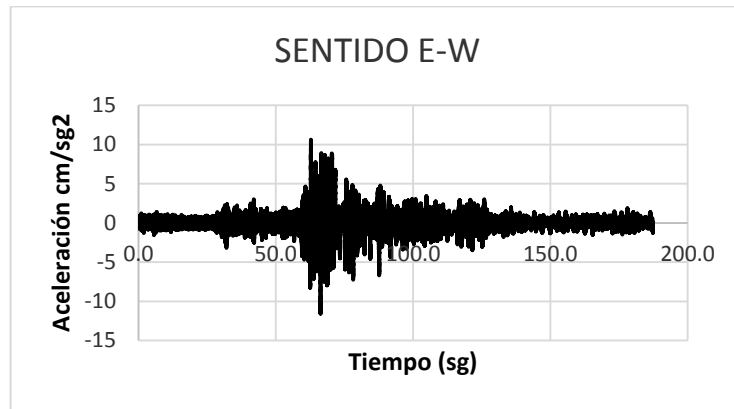
2015-03-10T20:55:44 CROCI - Estación servicio geológico colombiano: sismo mesa de los santos: Bloc de notas									
Archivo: Bloques Formato: Ww Ayuda									
SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO- RED NACIONAL DE ACCELEROGRAFOS DE COLOMBIA(SANTANDER) 2015/03/10 20:55:44 Mw=6.4 LATITUD DEL EVENTO(GRADOS): 6.8310661									
2	-0.81956225	0.10247200	0.58376472	-0.1188741	0.11792713	0.43088638	0.2891642	-0.19852898	-0.644
	-0.38955525	-0.33129611	0.20685356	0.25565966	0.9022729	0.96737466	0.25534973	-0.72348761	0.04355
	0.11508688	0.64405225	-0.15744653	-0.10861962	-1.45462410	0.15397381	0.82224927	0.31833197	-0.1293632
7	0.43184455	-0.09218079	0.40431462	-0.04889538	-0.13976303	-0.41814092	-0.34012556	0.62612388	0.137
	-0.24571715	0.48968721	-0.14132988	-0.44948918	-0.65313825	-0.00313139	0.40778378	-0.13693373	-0.02085
	-0.06925478	-0.3644926	-0.71886681	0.87646229	0.19711126	0.27481802	0.14858777	0.48599753	-0.0138828
8	-0.10332524	-0.01043121	0.38048958	-0.15870661	0.17651593	0.31424061	0.26049163	-0.03331722	-0.348
	-0.32263172	-0.34758764	0.22562642	0.46833636	0.39858190	0.00470855	-0.15989666	0.88329731	-0.00438
	0.48135943	0.58838937	0.32530123	-0.18189874	-0.14128935	0.36888644	-0.21391612	-0.41488714	-0.3663188
7	0.58482772	-0.07890925	0.49613729	0.31818623	-0.17423174	-0.73926688	-0.49282795	-0.87882163	0.463
	0.43932158	0.57086636	-0.2816673	-0.65157099	-0.34813868	0.42158275	0.26365083	-0.11358724	0.09996
	0.01196174	-0.43761351	-0.56888844	0.16160884	0.11884718	-0.26126408	0.12802072	-0.41879158	-0.0018911
4	-0.76888794	0.09088482	-0.64405225	-0.13788220	0.25947839	0.68184728	0.47517328	0.11978735	-0.041
	-0.24725637	-0.22845056	0.87866429	0.31901155	0.17765782	-0.45664229	-0.54024255	0.39471566	-0.25288
	0.18278537	0.45182897	0.59759589	-0.16884656	-0.85119115	0.13862533	-0.17862892	-0.41829193	-0.3628481
1	0.10549924	0.84199158	0.11388953	-0.08298179	0.01128132	-0.58881877	0.09021875	0.01504176	0.853
	0.00325980	1.06777085	-0.00156685	-0.34218515	-0.58718292	0.13836193	0.12119516	-0.61116495	0.22311
	-0.01692198	-1.54755995	-0.40839582	0.15841762	0.26931283	0.38479243	0.14677955	0.96789515	-0.2773421
3	0.25188681	-0.14759729	-0.20964821	-0.03518175	0.00332729	-0.21637888	0.48611413	-0.95426269	-0.012
	-0.64715570	-0.47381120	0.87959599	1.08773880	0.37546893	-0.38090515	-0.20184193	-0.88739987	-0.21340
	0.12091486	0.44728083	-0.84701298	0.13867538	0.83218856	0.54111699	0.05127291	-0.39832244	-0.2423184
	-0.17479814	0.22628200	0.35164649	0.58805259	-0.83321772	-0.29622616	-0.51366674	0.23559802	0.638
	0.13561255	0.33866487	0.04543865	-0.22139537	-0.44519887	0.17924766	-0.41188370	0.82982785	0.21591
	-0.15604628	-0.56263439	0.30786087	-0.18645617	-0.10248786	-0.46513133	0.03476887	0.49383576	0.2972599
6	-0.30952523	-0.09557786	-0.26302527	-0.27925530	-0.02193590	0.52888911	0.44748751	-0.09181742	-0.034
	0.21980139	-0.15113411	0.87882163	0.32777682	-0.34802388	0.49522218	-0.14897398	0.58928884	0.49085
	0.14532347	0.09127434	0.28801416	0.13819618	0.47821375	0.17838886	0.09714471	-0.08013357	0.8952870
7	-0.35937780	0.20964455	0.23211882	0.53105138	0.43854451	0.86843793	-0.06152642	-0.08013357	0.559
	0.58882657	0.48684753	-0.19018425	-0.04849095	0.15302725	-0.25482332	-0.01148662	-0.81888887	-0.00495
	-0.49388764	-0.42676646	0.87548911	0.81347491	-0.14661678	-0.44938864	0.08469991	0.46192187	0.8265836
3	-0.13461157	-0.04668213	-0.47932409	0.07774809	0.20843883	-0.47365779	0.28138183	0.28483863	0.307
	-0.38888889	-0.30731659	0.84669213	0.41409134	0.07738243	-0.87082313	-0.01671504	0.58876172	-0.10435
	-0.15167118	-0.00149536	-0.24673673	-0.42444286	0.23989654	0.34488148	-0.10188994	-0.427882184	-0.4945849
	-0.47228867	0.03196174	0.78781438	0.49978195	-0.16326579	0.42868940	-0.49722483	-0.28029123	-1.838
	0.51879685	0.21423815	-0.83321722	-0.12394356	0.33476484	-0.16733960	0.45288284	-0.62094357	0.28995

Esta información se puede manejar en una hoja de Excel, la cual permitirá analizar mejor la información.

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO- RED NACIONAL DE ACCELEROGRAFOS DE COLOMBIA			
SISMO DE LOS SANTOS (SANTANDER) 2015/03/10 20:55:44 MW=6.4			
LATITUD DEL EVENTO(GRADOS): 6.83			
LONGITUD DEL EVENTO(GRADOS): -73.136			
PROFUNDIDAD DEL EVENTO (Km): 160			
CODIGO DE LA ESTACION: CBOG1			
Estacion:BOC SGC Geol:SUELO Topo:PLANA			
LATITUD DE LA ESTACION (GRADOS): 4.641			
LONGITUD DE LA ESTACION (GRADOS): -74.08			
DISTANCIA EPICENTRAL: 264.61 km			
DISTANCIA HIPOCENTRAL: 309.222 km			
INTERVALO DE MUESTREO (SEGUNDOS): 0.005			
NUMERO DE DATOS: 37485			
DURACION (SEGUNDOS): 187.425			
UNIDADES: cm/s^2			
TIPO DE EQUIPO: GURALP			
ESCALA MAXIMA (G): 1			
CORRECCION DE LINEA BASE: LINEA BASE NO REMOVIDA			
TIPO DE DATOS: NO CORREGIDO			
EW	VER	NS	
0.69761496	-0.03541081	0.06528325	
-0.27544906	-0.14352347	-0.60331816	
-0.40134158	0.12785497	0.73451541	
0.42595215	0.15229784	0.28352484	
-0.07099202	-0.07301522	-0.79317572	
-0.01956225	0.10247200	0.58376472	

2. RELACIÓN DE LOS DATOS DEL SISMO CON LA GRAVEDAD

Una vez organizada la información en la hoja de Excel, se toma el sentido de la señal más representativa luego de grafican las tres señales reportadas en el acelerógrafo.



La información reportada por el acelerógrafo puede llegar a ser muy extensa como se desee, pues depende de factores como duración del sismo, intervalo del

muestreo en que ocurre cada señal y por supuesto su aceleración. A continuación algunos datos de la señal del sismo ocurrida el 10 de marzo del 2015.

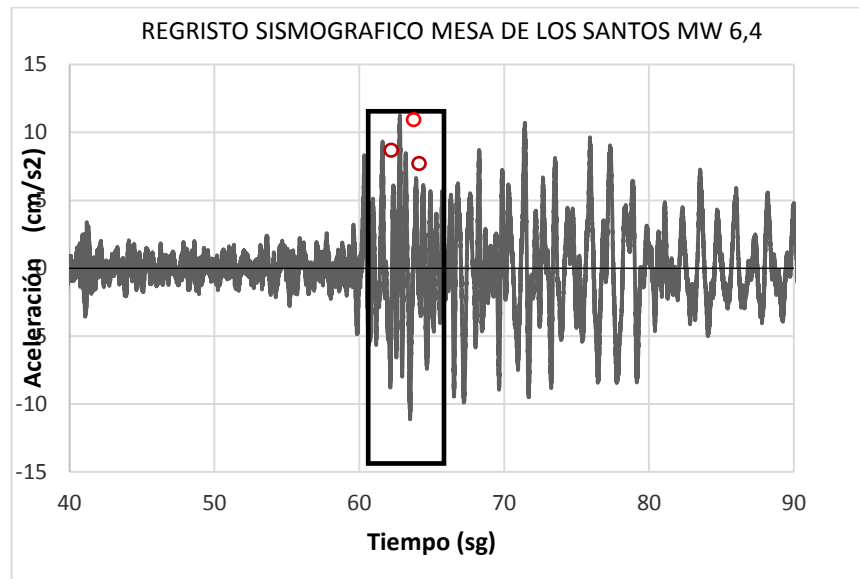
REGISTRO MAYOR (SEÑAL N-S)

TIEMPO (SEG)	DATOS A CERO (G)	RELACIÓN A/G
0.005	0.06528325	0.00066548
0.010	-0.60331816	-0.00615003
0.015	0.73451541	0.00748741
0.020	0.28352484	0.00289016
0.025	-0.79317572	-0.00808538
0.030	0.58376472	0.00595071
0.035	0.43080638	0.0043915
0.040	-0.6443173	-0.00656796
0.045	0.35322338	0.00360065
0.050	0.3573233	0.00364244
0.055	-0.1406586	-0.00143383

Nota: No se debe olvidar que los datos obtenidos por la RNAC, es información que no considera la corrección de los acelerógrafos. También es importante denotar que la aceleración deberá normalizarse para evitar valores por encima de cero.

3. SELECCIÓN DE LOS PICOS MAS IMPORTANTES A ANALIZAR

Se selecciona la datos más relevante para introducir en el equipo triaxial GDSLAB, para este caso se tomaron 5 segundos en los que la señal del acelerógrafo reporta una mayor aceleración. A continuación algunos datos importantes.



REGISTRO MAYOR (SEÑAL N-S)		
TIEMPO (SEG)	DATOS A CERO (G)	RELACIÓN A/G
60.000	-0.70581601	-0.007194862
60.005	-1.66298831	-0.016951971
60.010	-1.51318375	-0.015424911
60.015	-0.88274308	-0.0089984
60.020	-0.7490228	-0.007635299
60.025	-1.28075015	-0.013055557
60.030	-1.09467711	-0.011158788
60.035	0.19364211	0.001973926
60.040	-1.43055471	-0.014582617
60.045	-0.46076729	-0.004696914
60.050	-0.01797655	-0.000183247

4. HOJA DE CALCULO EERA

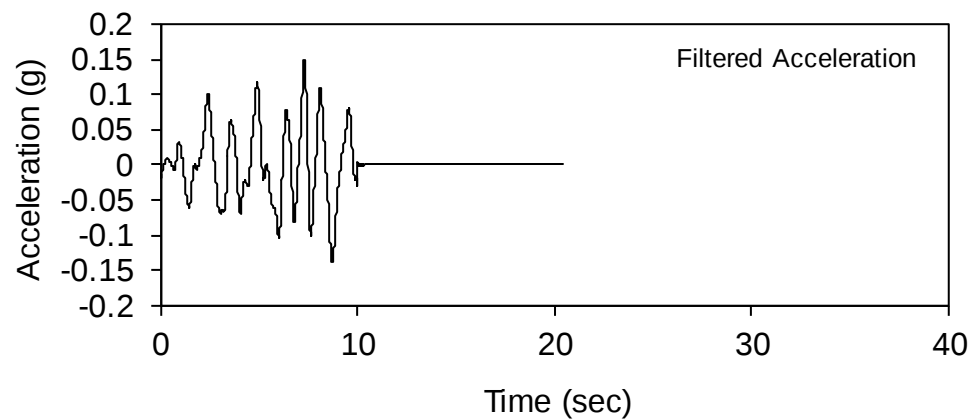
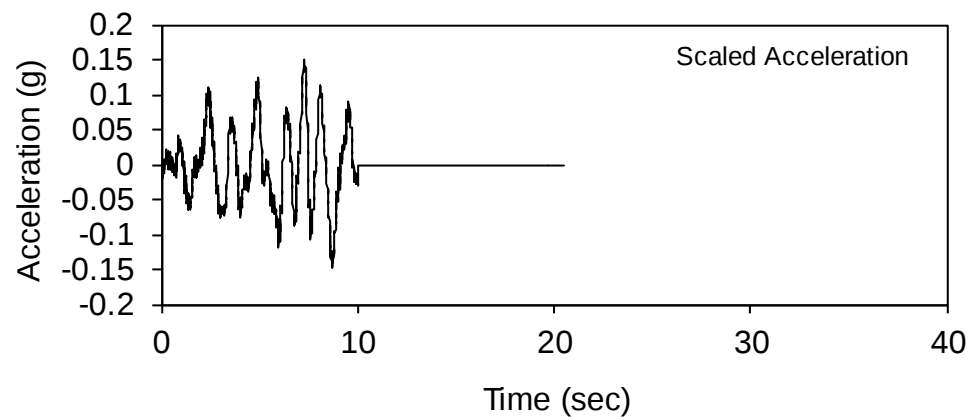
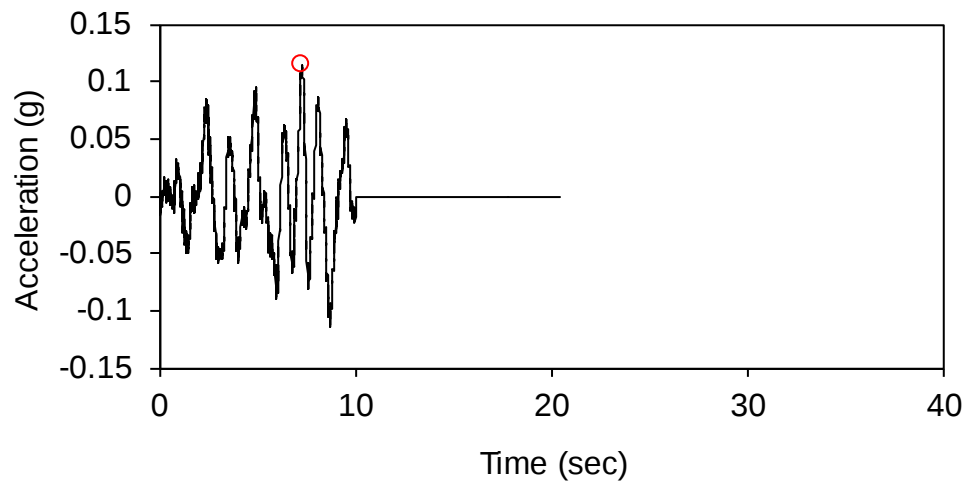
Por medio de la hoja de cálculo EERA, se analiza la información de los cinco segundos más importantes de la señal del sismo seleccionado y se procede a obtener sus respectivos resultados.

Sismo mesa de los santos 10/03/2015 MW 6.4

Time step ΔT (sec) = 0.01
 Desired maximum acceleration (g) = 0.15
 Maximum frequency cut-off (Hz) = 25
 Use frequency cut-off in calculation ? Yes
 Number of points for FFT = 4096
 Import input motion from external file ? No
 Name of input file = DIAM.ACC
 Total number of values read = 2048
 Peak Acceleration in input file (g) = 0.1147
 Time of peak acceleration (sec) = 7.310
 Mean Square Frequency (Hz) = 0.907
 Peak acceleration after filtering (g) = 0.148

MAX aceleracion
 0.11

Time (sec)	Input Acceleration (g)	Scaled Acceleration (g)	Filtered Acceleration (g)
0.000	-0.00719486	-0.01	-0.01
0.010	-0.01695197	-0.02	-0.02
0.020	-0.01542491	-0.02	-0.02
0.030	-0.00899984	-0.01	-0.01
0.040	-0.0076353	-0.01	-0.01
0.050	-0.01305556	-0.02	-0.01
0.060	-0.01115879	-0.01	-0.01
0.070	0.001973926	0.00	-0.01
0.080	-0.01458262	-0.02	-0.01
0.090	-0.00469691	-0.01	-0.01
0.100	-0.00018325	0.00	-0.01
0.110	-0.00902733	-0.01	-0.01
0.120	-0.00042115	0.00	0.00
0.130	-0.00511163	-0.01	0.00
0.140	-0.00015753	0.00	0.00
0.150	-0.00071048	0.00	0.00
0.160	-0.00079407	0.00	0.00
0.170	-0.00040507	0.00	0.00
0.180	0.004436511	0.01	0.00
0.190	0.000466155	0.00	0.00
0.200	-0.0007362	0.00	0.00
0.210	0.008066091	0.01	0.00
0.220	0.001842116	0.00	0.00
0.230	0.00269727	0.00	0.00
0.240	0.002472229	0.00	0.01
0.250	0.012017156	0.02	0.01
0.260	0.001003037	0.00	0.01



Nota: Se incluye el sismo a utilizar: 10/03/2015. Tomando como partida una aceleración máxima de 0.15 g correspondiente a la zona de Mesa de los santos Santander y reportado en la estación CBOG1. El sismo tiene un $\Delta T=0.01$ s.

Luego se agrega un perfil del suelo necesario para que la hoja de cálculo EERA pueda analizar como parámetros de entrada.

Sismo mesa de los santos MW 6.4 10 marzo del 2015

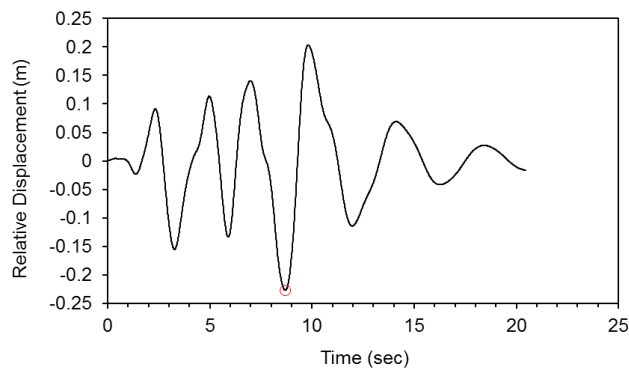
Fundamental period (s) = 3.29

Average shear wave velocity (m/sec) = 185.00

Total number of sublayers = 17

	Layer Number	Soil Material Type	Number of sublayers in layer	Thickness of layer (m)	Maximum shear modulus G_{max} (MPa)	Initial critical damping ratio (%)	Total unit weight (kN/m ³)	Shear wave velocity (m/sec)	Location and type of earthquake input motion	Location of water table	Depth at middle of layer (m)	Vertical effective stress (kPa)
Surface	1	1		9.5	60.01		17.20	185			4.8	81.87
	2	1		9.5	60.01		17.20	185			14.3	245.62
	3	1		9.5	60.01		17.20	185			23.8	409.36
	4	1		9.5	60.01		17.20	185			33.3	573.10
	5	1		9.5	60.01		17.20	185			42.8	736.85
	6	1		9.5	60.01		17.20	185			52.4	900.59
	7	1		9.5	60.01		17.20	185			61.9	1064.34
	8	1		9.5	60.01		17.20	185			71.4	1228.08
	9	1		9.5	60.01		17.20	185			80.9	1391.82
	10	1		9.5	60.01		17.20	185			90.4	1555.57
	11	1		9.5	60.01		17.20	185			100.0	1719.31
	12	1		9.5	60.01		17.20	185			109.5	1883.06
	13	1		9.5	60.01		17.20	185			119.0	2046.80
	14	1		9.5	60.01		17.20	185			128.5	2210.54
	15	1		9.5	60.01		17.20	185			138.0	2374.29
	16	1		9.5	60.01		17.20	185			147.6	2538.03
Bedrock	17	0			10958.21	1	17.20	2500	Outcrop		152.3	2619.90

Se obtiene así por medio de varias iteraciones que realiza la hoja de cálculo diferentes análisis como estratificación del suelo, curvas (G / G_{Max} y la amortiguación frente a la deformación de tipo de material, demás parámetros en relación a la profundidad, amplificación de la onda, espectros de respuesta y La aceleración en el tiempo: aceleración / velocidad / desplazamiento esta última es la que vamos a tomar para analizar en el equipo triaxial GD SLAB.



Number of sublayer = 16
 Type of sublayer = Outcrop
 Depth at top of sublayer (m) = 0
 Maximum acceleration (g) = 0.139
 Time of maximum acceleration (sec) = 9.69
 Mean Square frequency (Hz) = 0.74
 Maximum relative velocity (m/s) = 0.66898
 Time of maximum relative velocity (sec) = 9.29
 Maximum relative displacement (m) = -0.22696
 Time of maximum relative displacement (sec) = 8.69

Time (sec)	Absolute Acceleration (g)	Relative Velocity (m/s)	Relative Displacement (m)
0	1.63354E-05	0.000189324	0.000806778
0.01	1.64766E-05	0.001680108	0.000815513
0.02	1.65839E-05	0.00352396	0.000841573
0.03	1.66677E-05	0.005069626	0.000884918
0.04	1.67224E-05	0.006259022	0.000941728
0.05	1.67497E-05	0.007405121	0.001009996
0.06	1.67441E-05	0.008579827	0.001089968
0.07	1.67083E-05	0.00958284	0.001180987
0.08	1.66409E-05	0.01035602	0.001280821
0.09	1.65395E-05	0.011056349	0.001387884
0.1	1.64009E-05	0.011748829	0.001501951
0.11	1.6226E-05	0.012327189	0.001622469
0.12	1.60114E-05	0.012751382	0.001747959
0.13	1.57601E-05	0.013115268	0.001877306
0.14	1.54665E-05	0.013443584	0.002010162
0.15	1.51285E-05	0.013632897	0.002145702
0.16	1.47435E-05	0.013644243	0.002282208
0.17	1.43136E-05	0.013577417	0.002418332

Por último se deben tomar todos los valores respectivos de desplazamiento debido a que equipo triaxial solo lee los desplazamientos, el tiempo es calculado por medio de la frecuencia que se le asigne al equipo. Una vez seleccionado los datos estos se deben guardar en un block de notas para que el equipo triaxial pueda interpretarlos.