



# Importancia de los estudios geológicos en la caracterización de la geodinámica asociada con la Red Geodésica Nacional

Departamento de Geodinámica, Instituto Geográfico Nacional

Geól. Iván J. Sanabria Coto



¿Por qué la implementación de estudios geológicos para la caracterización de la geodinámica asociada con la Red Geodésica Nacional ?



# ¿Por qué la implementación de estudios geológicos para la caracterización de la geodinámica asociada con la Red Geodésica Nacional ?

## Geodinámica

- Suma de agentes y procesos endógenos/exógenos que afectan, moldean y modifican el relieve terrestre

## Interna

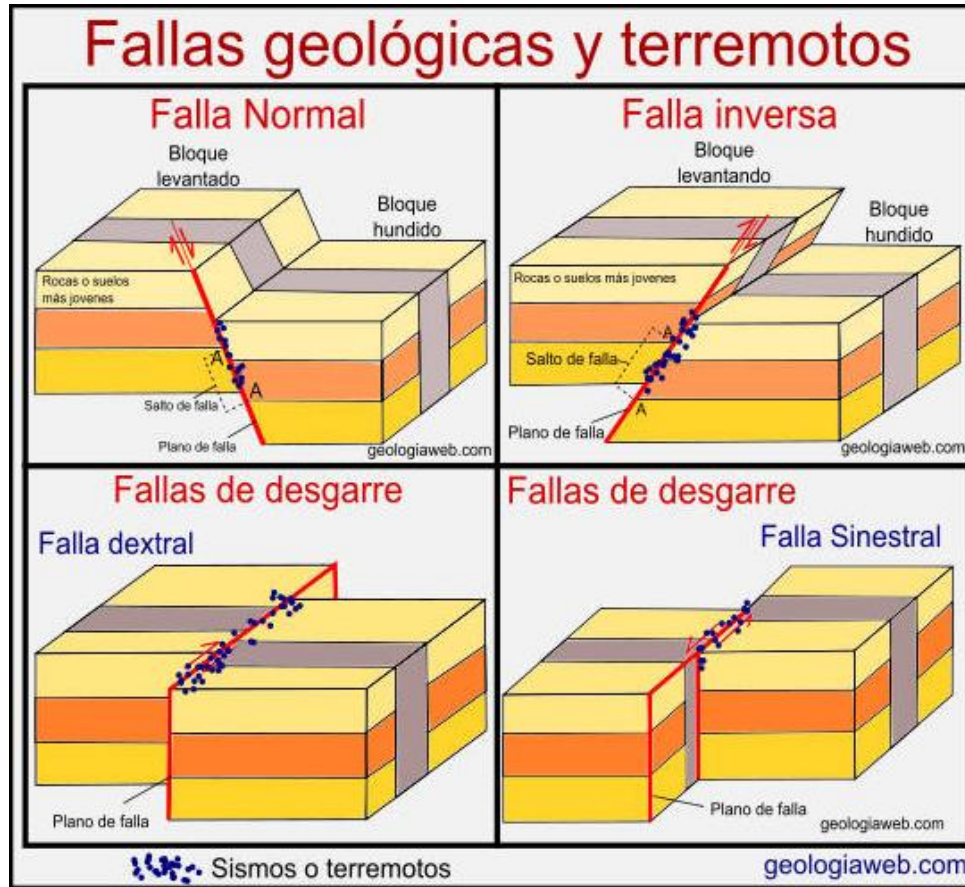
- Vulcanismo
- Tectonismo

## Externa ( viento, agua, gravedad, etc..)

- Deslizamientos
- Procesos de remoción en masa (flujos de lodo)
- Inundaciones
- Glaciares

= Amenazas  
Naturales





Fuente de imagen:  
<https://geologiaweb.com/riesgos-naturales/terremotos/>





# Tectonismo



Fuente de imagen : <https://www.facebook.com/SismoMundial/photos/1170098106392351>





# Tectonismo



Fuente de imagen:  
<https://www.stuff.co.nz/science/98286373/new-research-shows-major-fault-failed-twice-during-kaikura-earthquake>



Fuente de imagen:  
<https://www.sciencelearn.org.nz/images/2951-waiiau-fault-scarp>



Fuente de imagen:  
<https://www.stuff.co.nz/science/98286373/new-research-shows-major-fault-failed-twice-during-kaikura-earthquake>



Fuente de imagen:  
<https://www.stuff.co.nz/science/98286373/new-research-shows-major-fault-failed-twice-during-kaikura-earthquake>



# Tectonismo



Fuente de imagen:  
<https://www.mirror.co.uk/news/world-news/great-wall-new-zealand-formed-9358457>

Fuente de imágenes:  
<https://coyotos.com/terremoto-en-nueva-zelanda-muro-paisaje/>

# Tectonismo



Fuente de imagen:  
<http://kuriosidadescientifiks.blogspot.com/2019/02/fallas-normales-e-inversas.html>





# Tectonismo

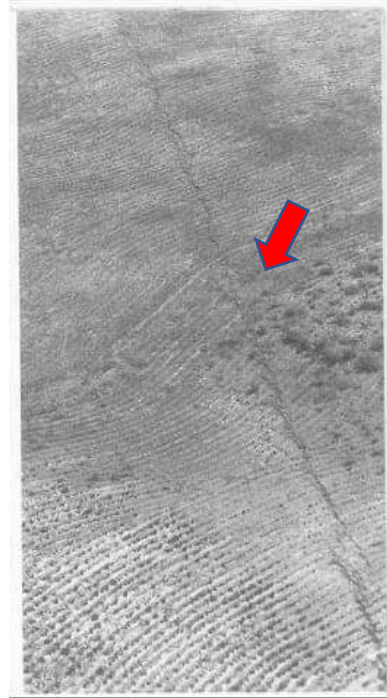


Fuente de imagen:  
<http://kurioidadescientifiks.blogspot.com/2019/02/fallas-normales-e-inversas.html>

# Tectonismo



Imagen tomada:  
<https://science.oregonstate.edu/IMPACT/2018/09/research-finds-quakes-can-systematically-trigger-other-ones-on-opposite-side-of-earth>



Fuente de imagen:  
<https://m.facebook.com/RSN.CR/photos/a.364454863618093/390701300993449/?type=3>



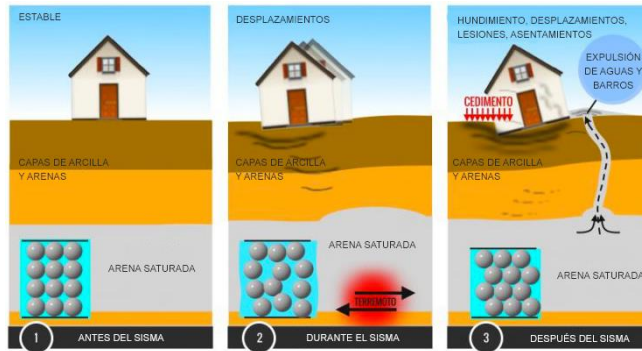
[https://www.researchgate.net/publication/340540219\\_Capitulo\\_5\\_NEOTECTONICA#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/340540219_Capitulo_5_NEOTECTONICA#fullTextFileContent)



# Tectonismo



# Licuefacción



Fuente de imagen:  
<https://www.geosec.es/mejora-de-terreno/licuefaccion-terrenos/planificacion-y-control/>



Fuente de imagen:  
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-45721210>

La licuefacción es el fenómeno por el cual el suelo se vuelve "líquido".

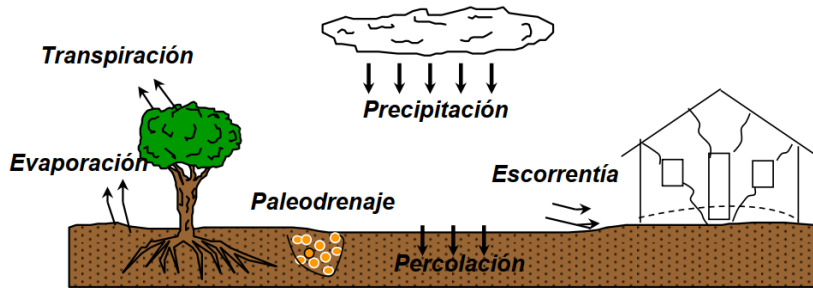


Fuente de imagen:  
[https://www.researchgate.net/publication/334657453\\_Origen\\_del\\_desplazamiento\\_cosismico\\_y\\_post-sismico\\_para\\_el\\_terremoto\\_de\\_Tohoku\\_Oki\\_2011/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/334657453_Origen_del_desplazamiento_cosismico_y_post-sismico_para_el_terremoto_de_Tohoku_Oki_2011/figures?lo=1)

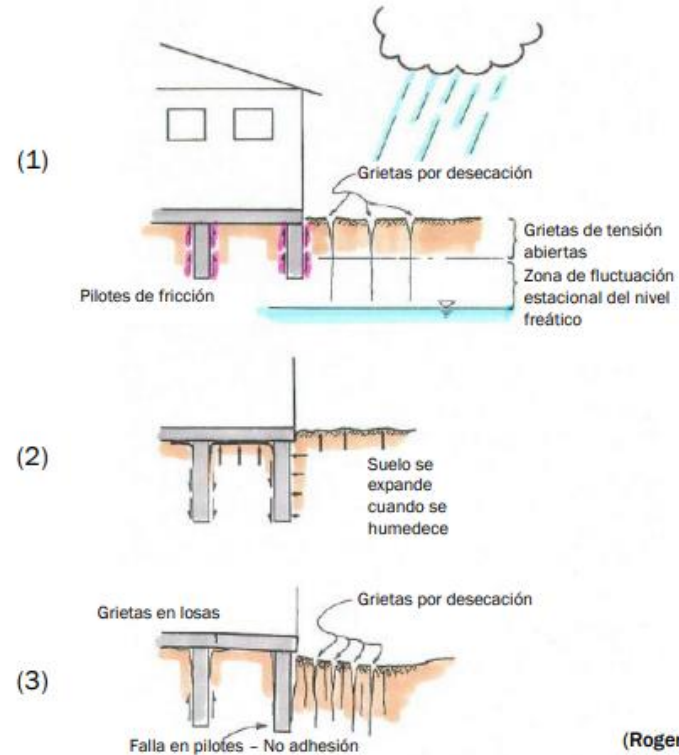


Fuente de imagen:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Licuefacci%C3%B3n\\_de\\_suelo#/media/Archivo:Chuetsu\\_earthquake-earthquake\\_liquefaction1.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Licuefacci%C3%B3n_de_suelo#/media/Archivo:Chuetsu_earthquake-earthquake_liquefaction1.jpg)

# Cambios de volumétricos de suelos por humedad



Tomado de Vilanueva  
 (2006) [https://www.academia.edu/42790249/EFFECTO\\_DE\\_LAS\\_CONSTRUCCIONES\\_SOBRE\\_ARCILLAS\\_EXPANSIVAS](https://www.academia.edu/42790249/EFFECTO_DE_LAS_CONSTRUCCIONES_SOBRE_ARCILLAS_EXPANSIVAS)



Tomado de:  
<http://www.jorgealvarezahurtado.com/files/Suelos%20Expansivos%20y%20Colapsables.pdf>





# Cambios de volumétricos de suelos por humedad



Imágenes tomadas de:  
<http://www.jorgealvahurtado.com/files/Suelos%20Expansivos%20y%20Colapsables.pdf>





# Deslizamientos



Imagen tomada de:  
[https://www.researchgate.net/publication/344544337\\_El\\_deslizamiento\\_gravitatorio\\_de\\_Guando\\_Tolima\\_Colombia\\_caracteristicas\\_morfoestructurales\\_y\\_consecuencias\\_de\\_su\\_interpretacion](https://www.researchgate.net/publication/344544337_El_deslizamiento_gravitatorio_de_Guando_Tolima_Colombia_caracteristicas_morfoestructurales_y_consecuencias_de_su_interpretacion)  
The gravitational slumping of Guando Tolima Colombia structural character/figures?lo=1



# Escalas o niveles de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica

# Escalas o niveles de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica



**Regional**

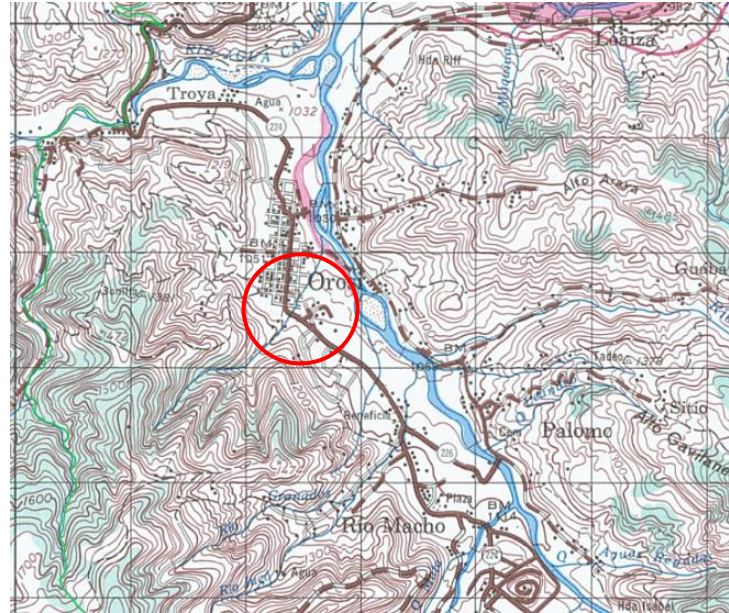
- Área geográfica representativa de la mayoría de procesos geodinámicos ligados con el sitio de monumentación existente o propuesto



# Escalas o niveles de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica



Regional



Local

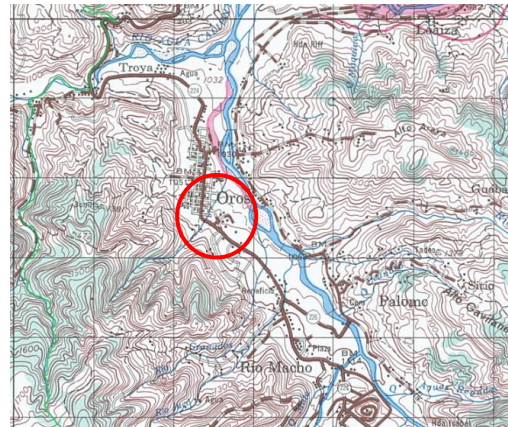
- Radio de 1 km alrededor de monumentación

Tomado de SNIT (2021)





# Escalas o niveles de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica



**Regional**

**Local**

**Intrínseco**

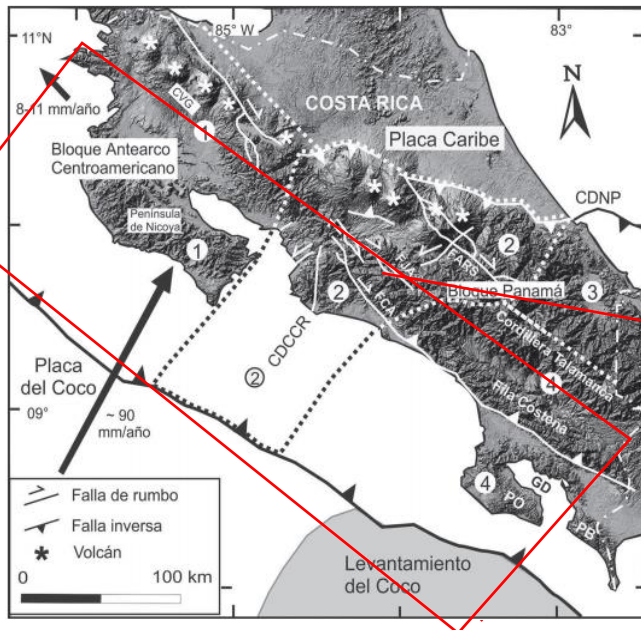
**Sitio exacto de la monumentación**

Tomado de SNIT (2021)



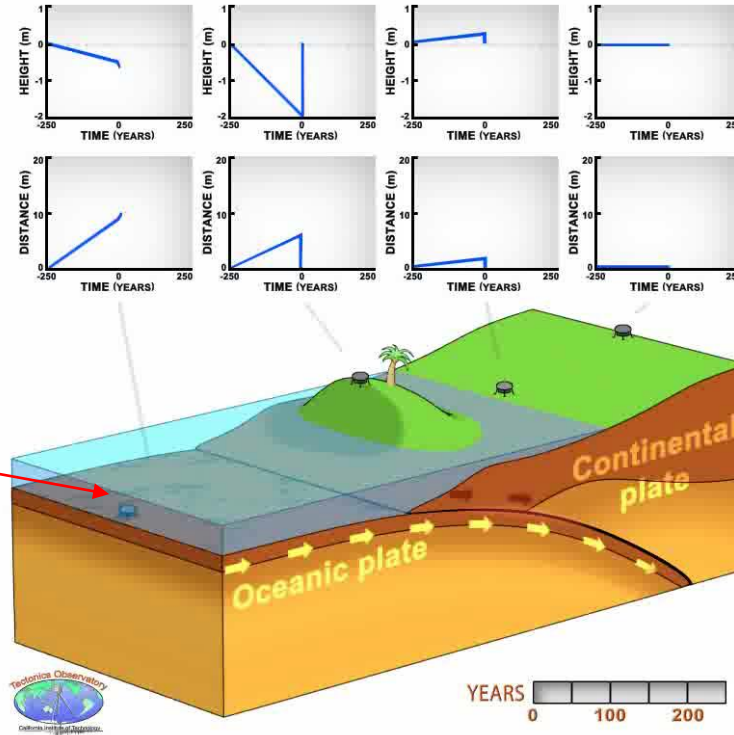
**Escalas de la geodinámica  
asociada con la  
monumentación geodésica  
(ejemplo de estudio Santiago  
de Puriscal)**

## Geodinámica Regional



Tomado de Montero (2014).  
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/geologica/articulo/download/16571/16690>

## Escalas de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica (ejemplo de estudio: Sitio en Santiago de Puriscal)

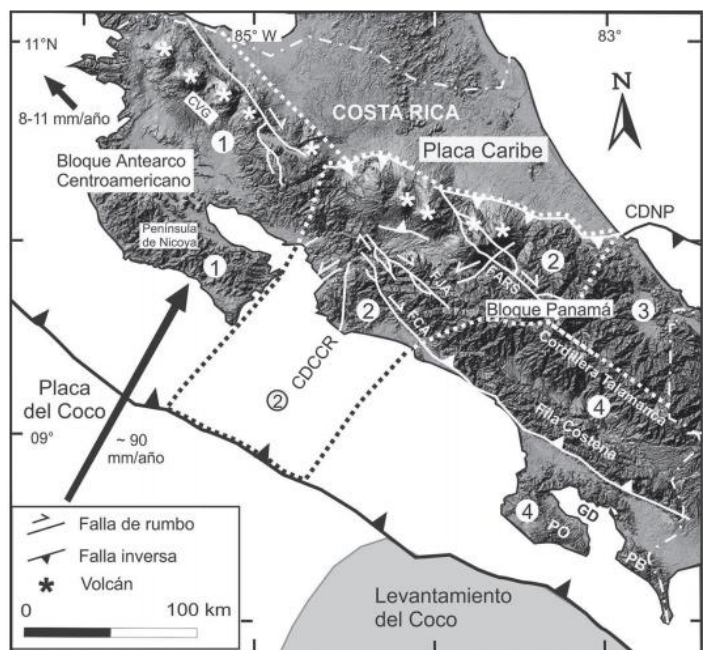


Tomado de: [TectonicsObservatory](https://www.youtube.com/watch?v=pRoA7gC--no) <https://www.youtube.com/watch?v=pRoA7gC--no>



# Escalas de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica (ejemplo de estudio: Sitio en Santiago de Puriscal)

## Geodinámica Regional



Tomado de:  
<https://www.nacion.com/el-pais/150-fallas-con-potencial-para-provocar-sismos-en-el-pais/SKL57Q4YVBDRZF6MT2QHMRZEZE/story/>

Tomado de Montero (2014).  
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/geologica/article/download/16571/16690>

# Escalas de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica (ejemplo de estudio: Sitio en Santiago de Puriscal)

## Geodinámica Regional

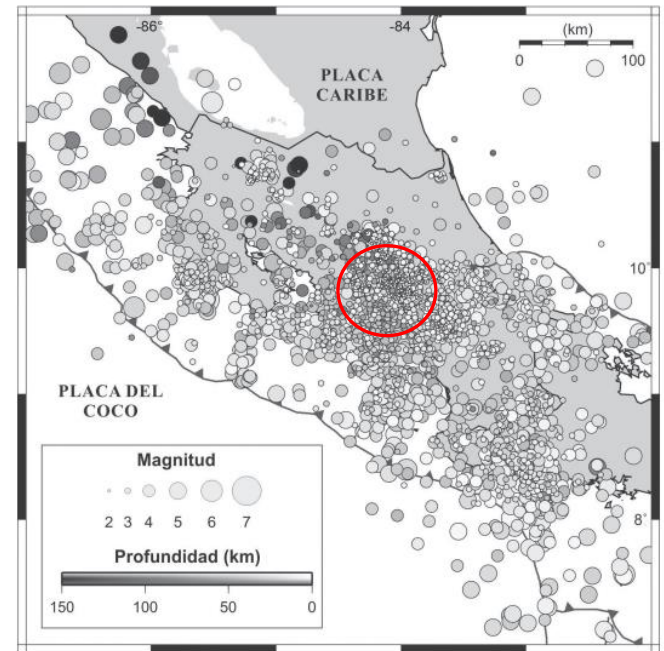
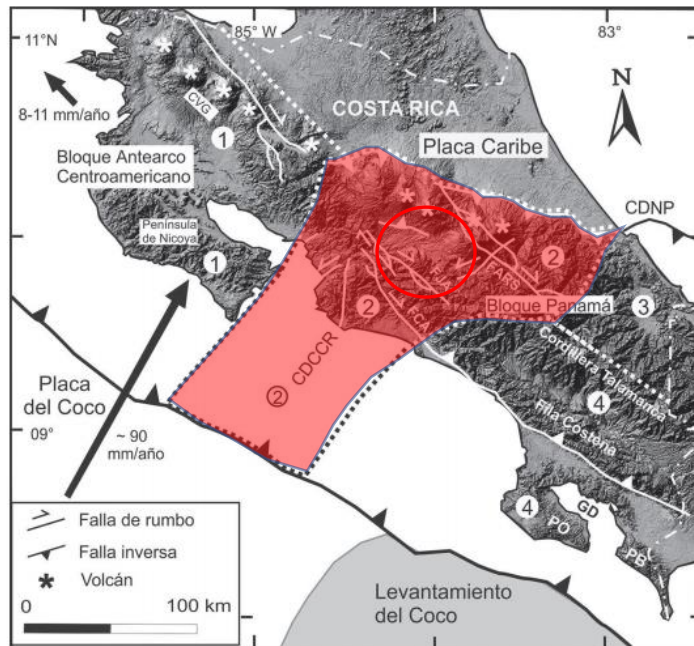


Fig. 4: Mapa epicentral de los sismos sentidos en Costa Rica reportados por la RSN desde julio de 1976 hasta diciembre del 2013.

Tomado de Montero (2014).  
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/geologica/article/download/16571/166>  
 90

Tomado de Lepolt et al. (2014):  
<https://www.redalyc.org/pdf/454/45433963006.pdf>





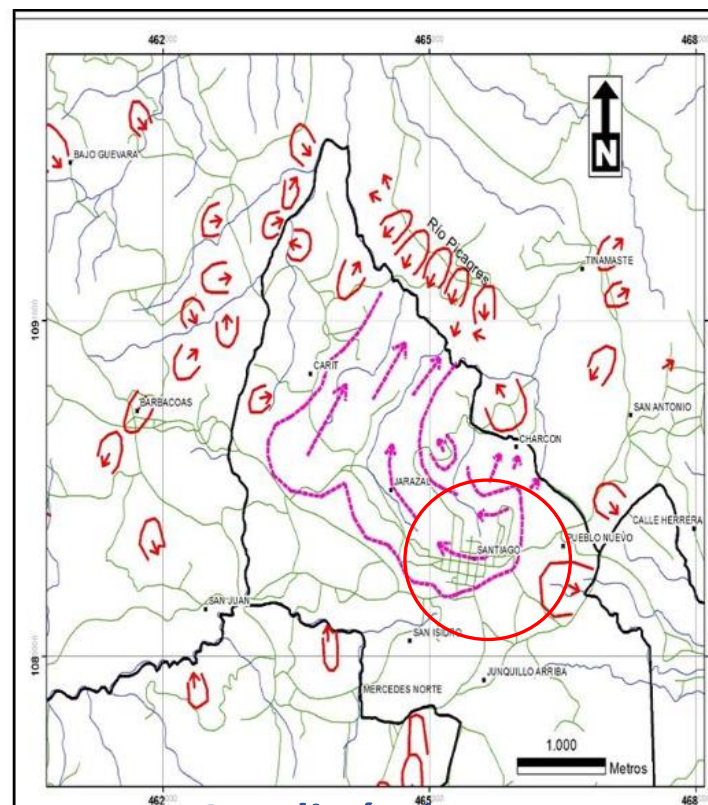


# Escalas de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica (ejemplo de estudio: Sitio en Santiago de Puriscal)



## Geodinámica Local

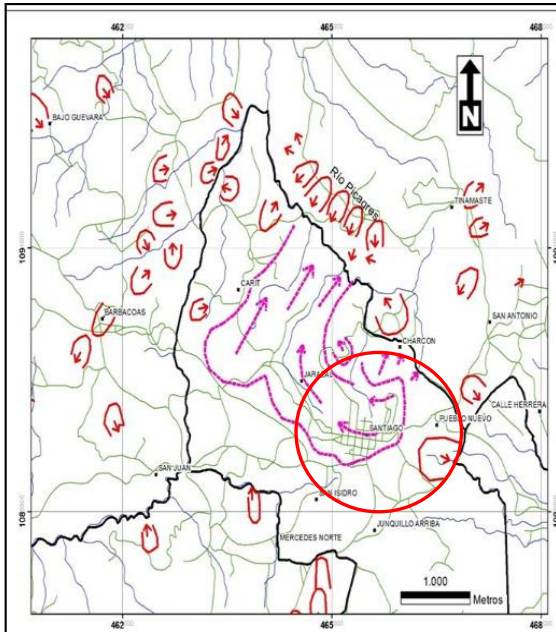
Tomado de Sáenz et al. (2007).  
<https://docplayer.es/78964231-Deslizamiento-de-la-ciudad-de-santiago-de-puriscal.html>



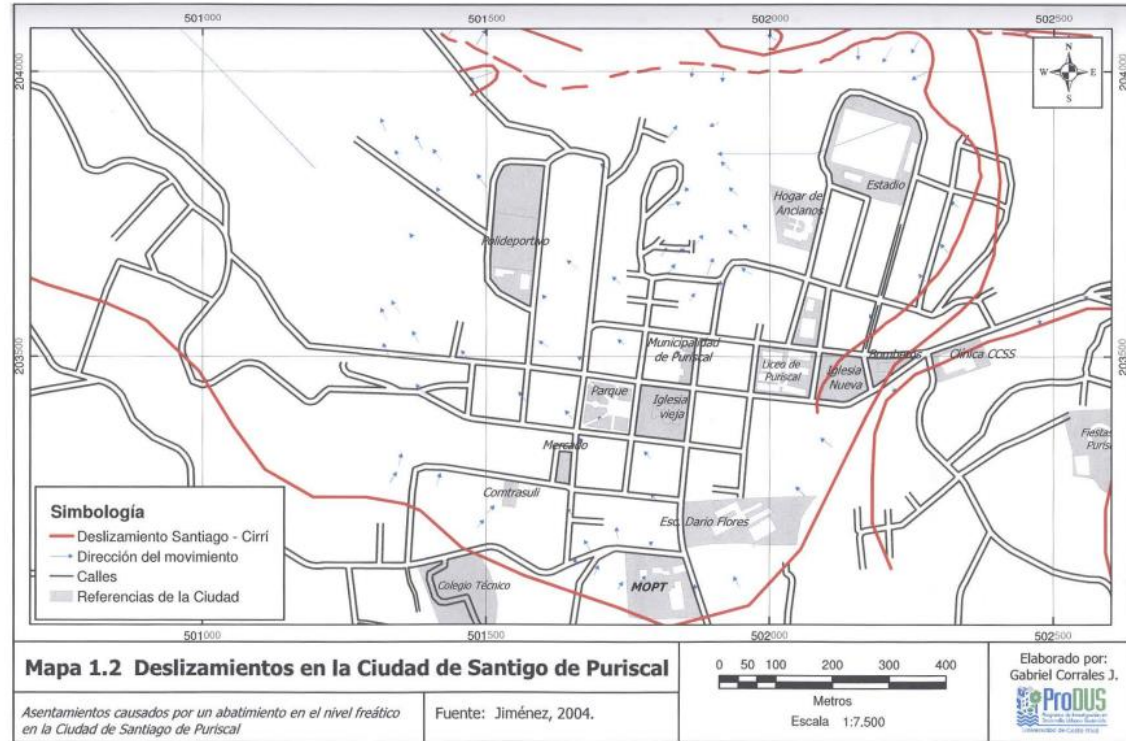
## Geodinámica Local

Tomado de Corrales (2012)  
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/xmlui/handle/123456789/4097>

# Escalas de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica (ejemplo de estudio: Sitio en Santiago de Puriscal)



Geodinámica  
Local



Geodinámica  
Local



## Escalas de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica (ejemplo de estudio: Sitio en Santiago de Puriscal)



**Geodinámica  
Local**

Tomada de Sáenz et al. ( 200? ).  
<https://docplayer.es/78964231-Deslizamiento-de-la-ciudad-de-santiago-de-puriscal.html>



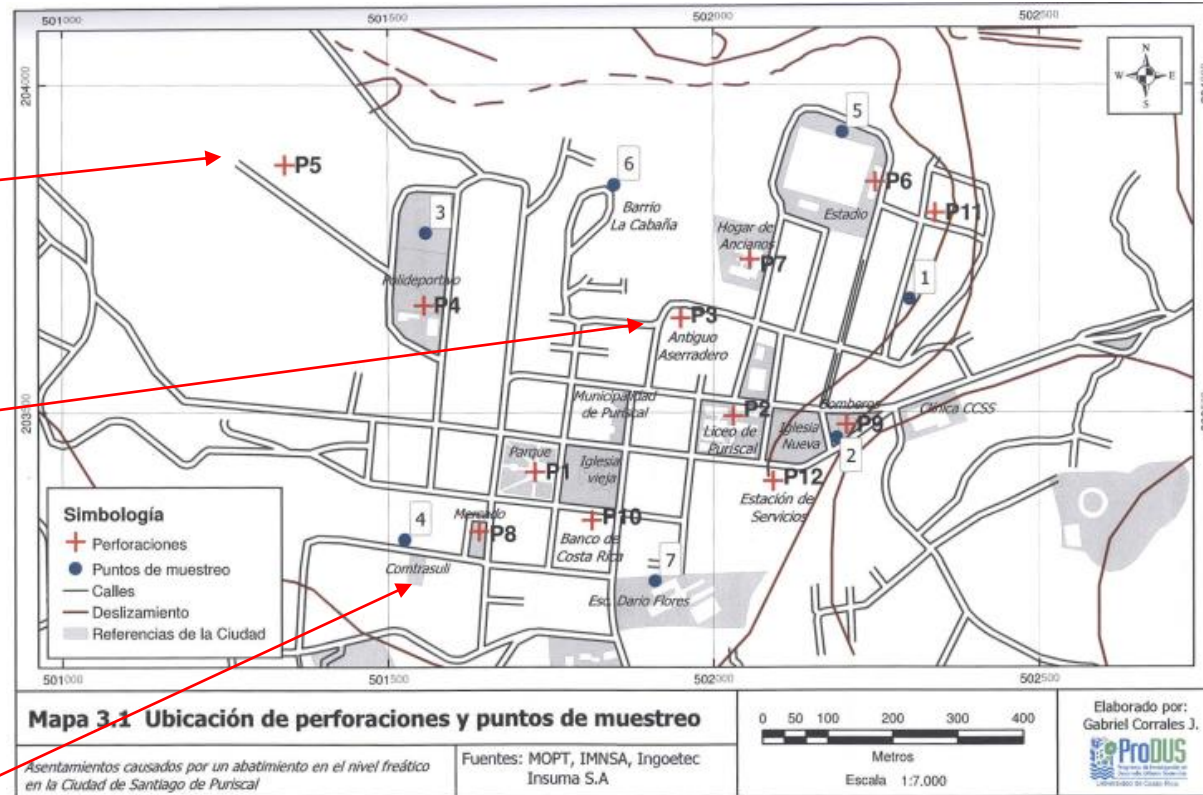
## Escalas de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica (ejemplo de estudio: Sitio en Santiago de Puriscal)



### Geodinámica Local

Tomada de Sáenz et al. ( 200? ). <https://docplayer.es/78964231-Deslizamiento-de-la-ciudad-de-santiago-de-puriscal.html>

# Escalas de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica (ejemplo de estudio: Sitio en Santiago de Puriscal)

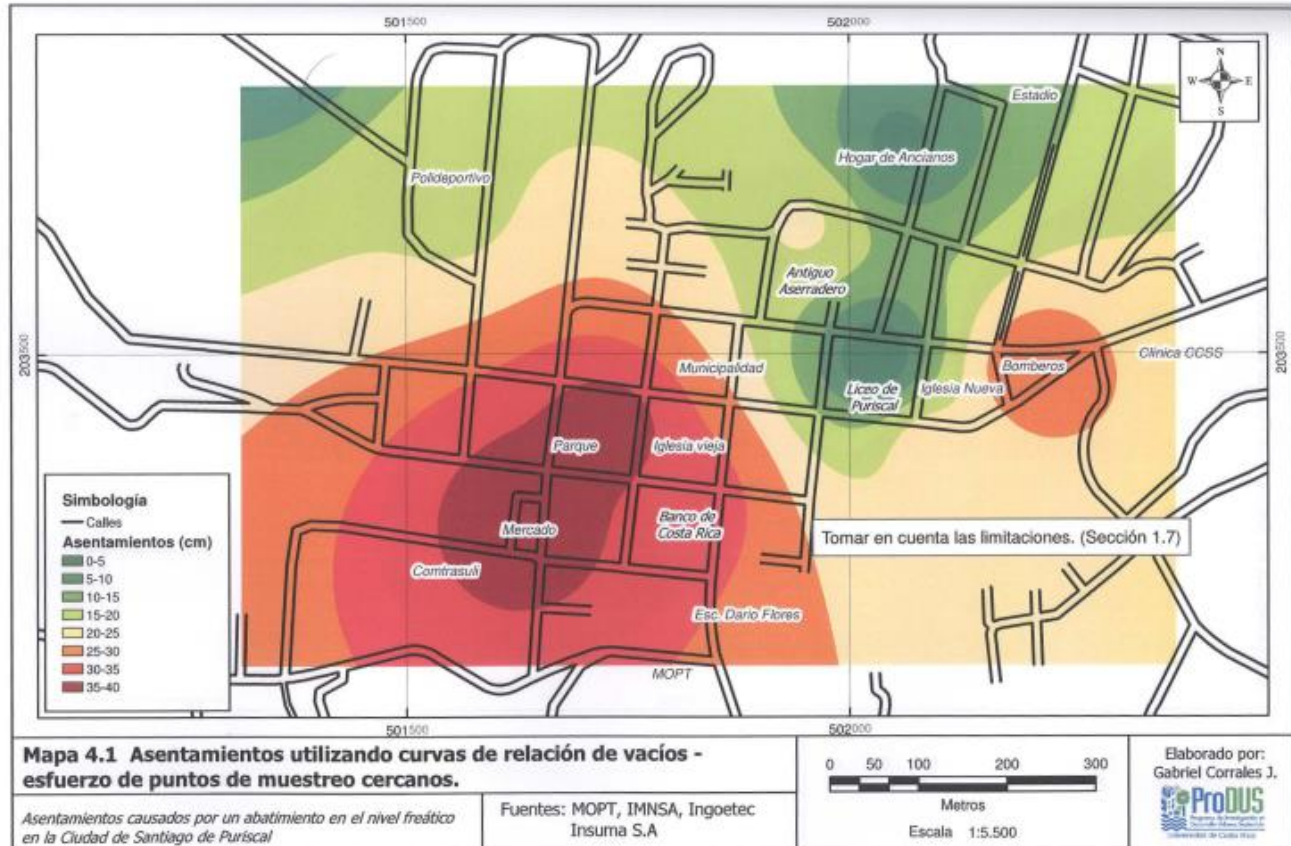


## Geodinámica Intrínseca

Tomado de Corrales (2012)  
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/xmlui/handle/123456789/4097>

# Escalas de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica (ejemplo de estudio: Sitio en Santiago de Puriscal)

## Geodinámica Intrínseca



Tomado de Corrales (2012)  
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/xmlui/handle/123456789/4097>





**Estudios llevados a cabo por el IGN del  
Registro Nacional para la caracterización de  
la geodinámica asociada con la  
monumentación geodésica (existente y  
futura) años 2017 a 2021**



# Estudios llevados a cabo por el IGN del Registro Nacional para la caracterización de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica (existente y futura)

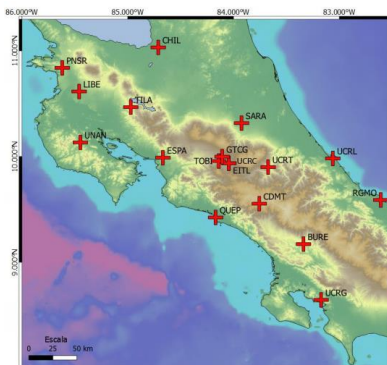
2017

A nivel local

A nivel específico

Geológicos (amenaza natural asociada)

Geológicos (estudios de suelos o geotecnia y geofísicos)



Red de gravedad absoluta del año 2019

## Red gravimétrica absoluta de Costa Rica del año 2019

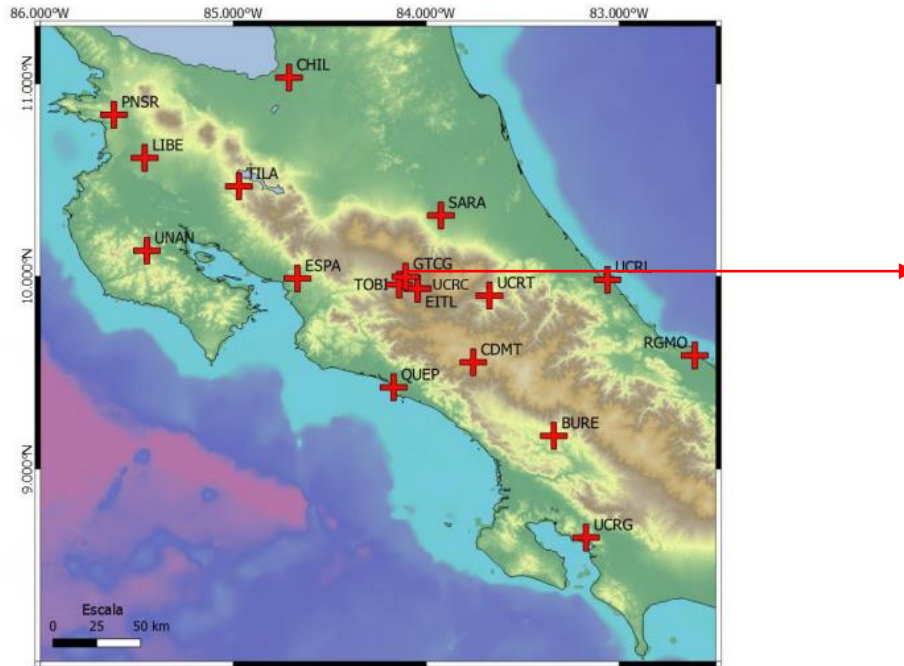


Figura 7. Mapa de ubicación de las estaciones de gravedad absolutas medidas con el gravímetro A10 en febrero de 2019.



Figura 28. Fotografía del hito de la estación GTCG.

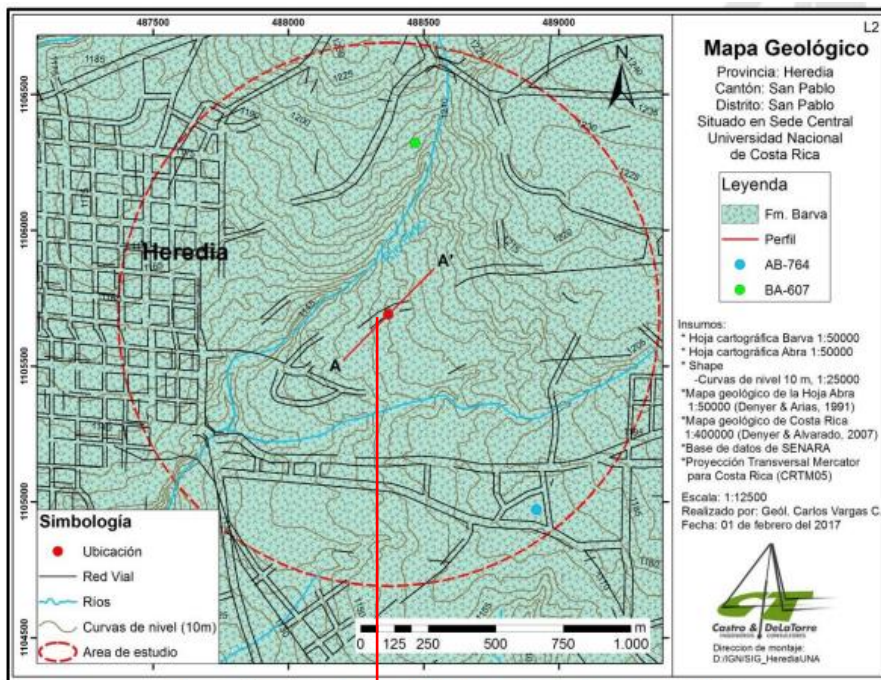
Tomado de: Lücke (2019)



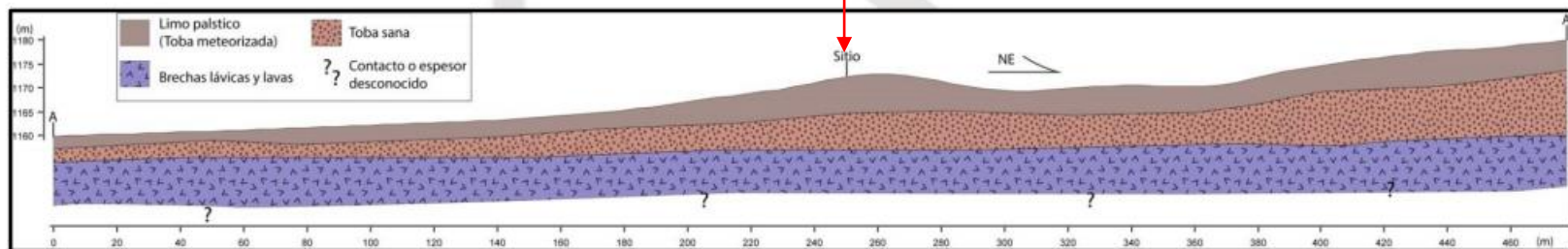


# Red gravimétrica absoluta de Costa Rica del año 2019 (estudios geológicos en el 2017)

Nivel local

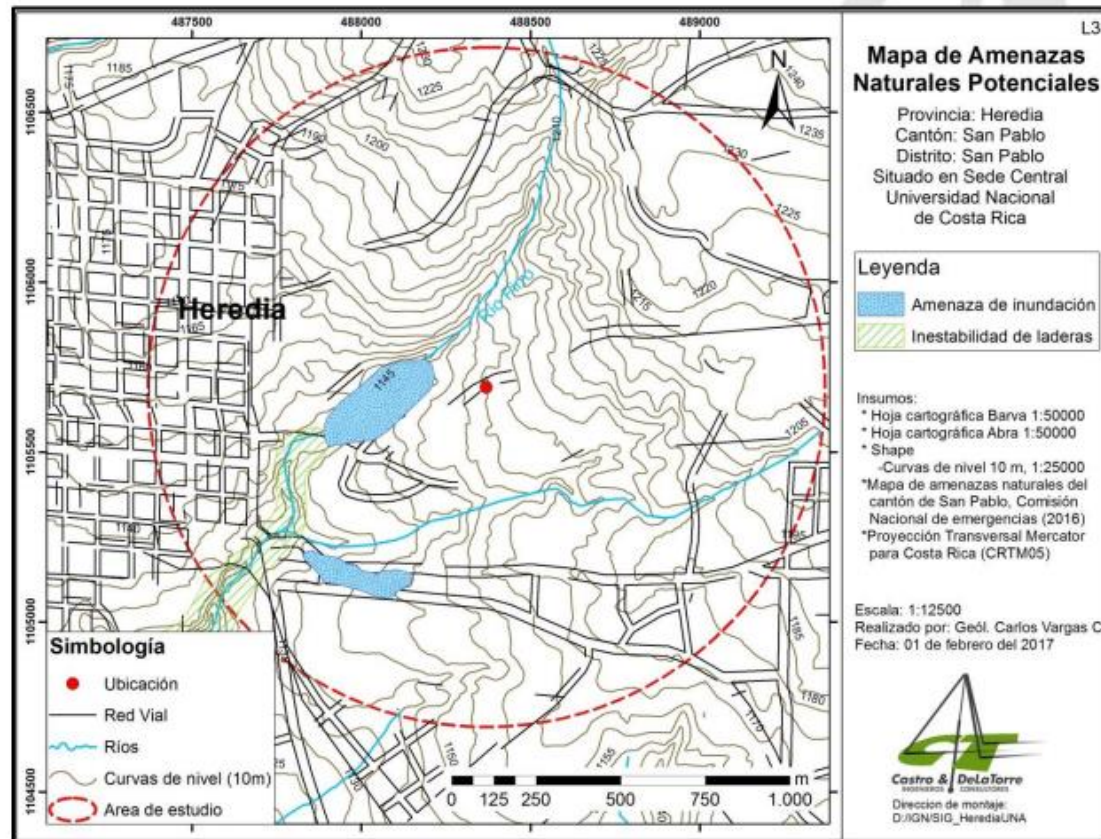


Tomado de: Castro & De la Torre (2017)INF. #17-0045



## Red gravimétrica absoluta de Costa Rica del año 2019 (estudios geológicos en el 2017)

Nivel local



Tomado de: Castro & De la Torre (2017)INF. #17-0045

# Red gravimétrica absoluta de Costa Rica del año 2019 (estudios geológicos en el 2017)

Nivel  
intrínseco

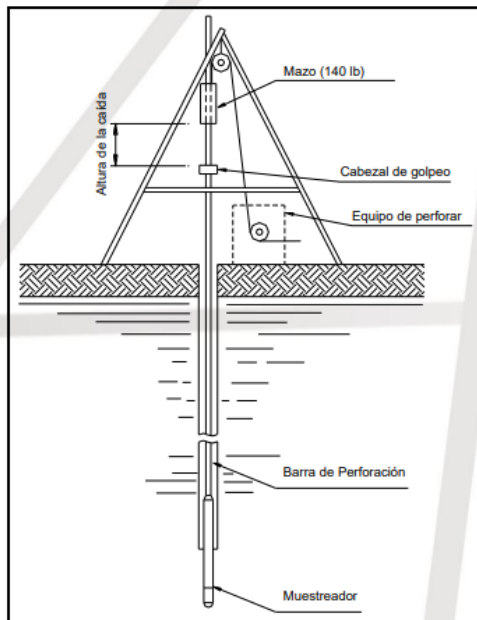


Figura #5.2.1: Esquema de la Prueba de Penetración Estándar (SPT).











Perforación P-1





## Red gravimétrica absoluta de Costa Rica del año 2019 (estudios geológicos en el 2017)

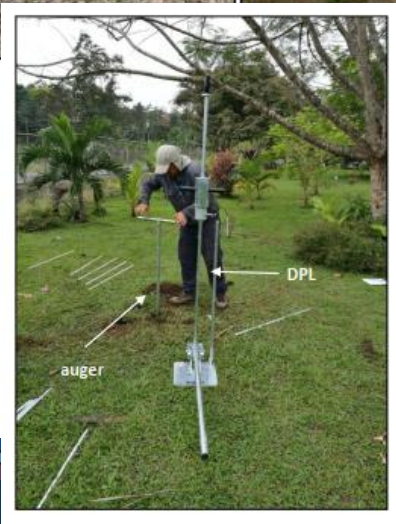
INF. #17-0045 Pág. 29 de 43

INTERVALOS		Pt	TIPO DE PERFOR.	No. GOLPES					N*	%W*	Hr*	C*	%Recup	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45								22	32	0,91	1,00	33		0,00 m - 0,25 m CAPA A Suelo orgánico de color café oscuro.
0,45	0,90	1	SPT						17				47		0,25 m - 5,00 m CAPA B Limo plástico de color café claro, de consistencia variable, entre media, semidura, dura y rígida.
0,90	1,35		Bar						17				73		
1,35	1,80		Bar						6	63	1,01	0,40	60		
1,80	2,25	2	SPT						13				76		
2,25	2,70		Bar						7				100		
2,70	3,15		Bar						7	57	1,05	0,45	73		
3,15	3,60	3	SPT						27				62		
3,60	4,05		Bar						25				82		
4,05	4,50		Bar						49	57	1,05	1,06	71		
4,50	5,00	4	SPT												

Nivel intrínseco

Tomado de:  
Castro & De la  
Torre (2017)  
INF. #17-0045

# Ampliación de red geodésica de estaciones de monitoreo GNSS (red activa) y bancos de nivel (red pasiva) de Costa Rica (años 2018-2021)



Norma Internacional de referencia: ASTM D4318  
Documento Interno C&T: IE-15

Muestra	Resultado
Límite Líquido	75
Índice Plástico	29

Tabla# 3.2 Granulometría\*\*

Norma Internacional de referencia: ASTM D6913 (Método A)

Malla	% Pasando
2,00 mm (#10)	100
0,85 mm (#20)	100
0,425 mm (#40)	99
0,250 mm (#60)	99
0,150 mm (#100)	99
0,106 mm (#140)	99
0,075 mm (#200)	98

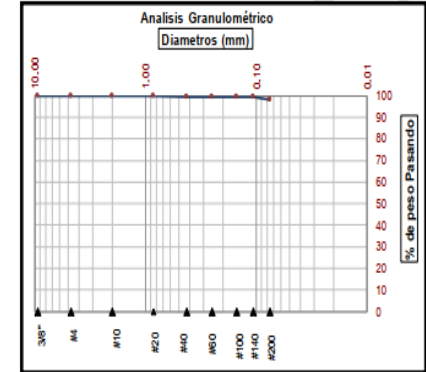


Gráfico #1. Curva granulométrica del material.

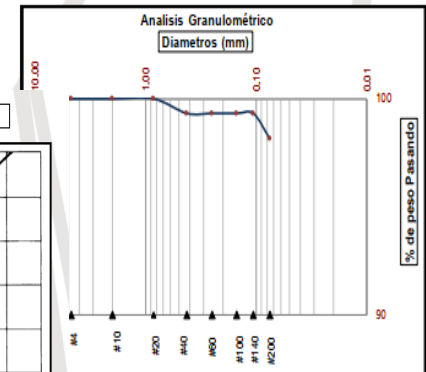


Gráfico #2. Zoom de curva granulométrica del material.

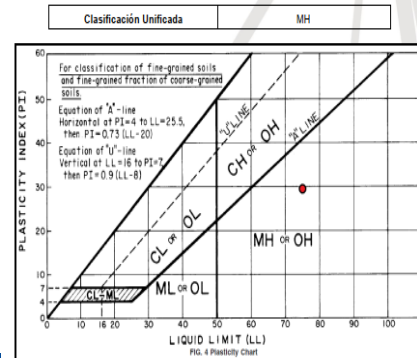
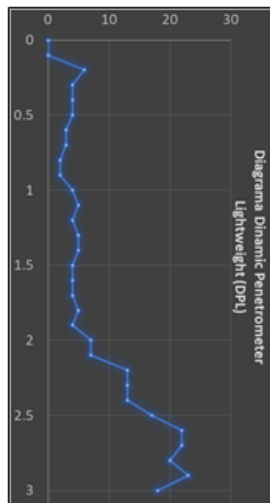


Figura #1. Carta de plasticidad.  
Fuente: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) ASTM C2487.

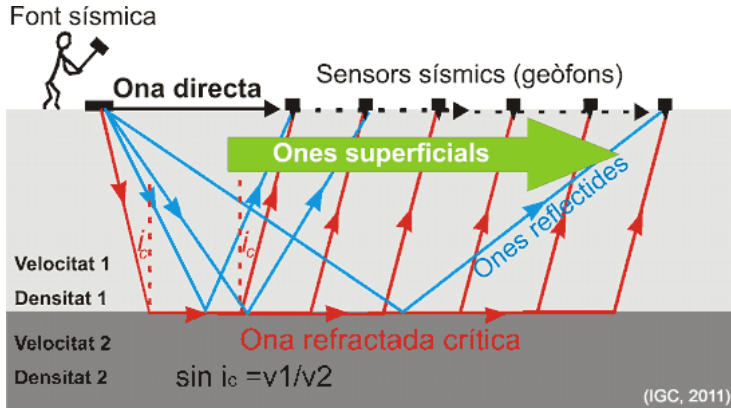
# Ampliación de red geodésica de estaciones de monitoreo GNSS (red activa) y bancos de nivel (red pasiva) de Costa Rica (años 2018-2021)



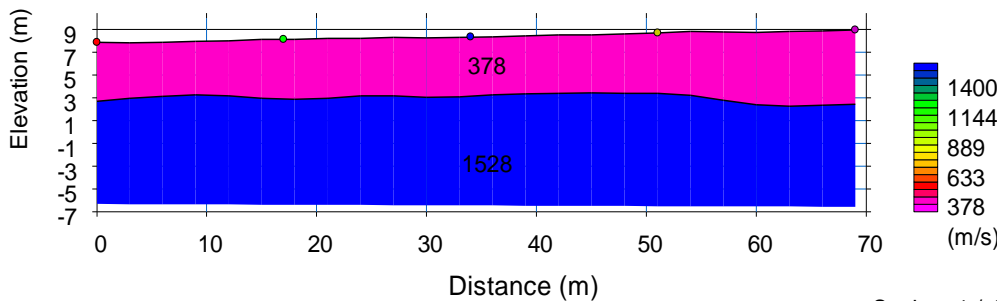
(m)	Material identificado mediante auger (SUCS)	NDPL10 (golpes*c/u 10 cm)	Capas geotécnicas
	Materia orgánica	0	Materia orgánica
	Materia orgánica	0	
	limo plástico arenoso café (MH-SM)	6	
	limo plástico arenoso café (MH-SM)	4	CAPAA
	limo de alta plasticidad café claro (MH)	4	
0.5	limo de alta plasticidad café claro (MH)	4	CAPAB
0.6	limo de alta plasticidad café claro (MH)	3	
0.7	limo de alta plasticidad café claro (MH)	3	
0.8	limo de alta plasticidad café claro (MH)	2	
0.9	limo de alta plasticidad café claro (MH)	2	
1	limo de alta plasticidad café claro (MH)	4	
1.1	limo de alta plasticidad café claro (MH)	5	
1.2	limo de alta plasticidad café claro (MH)	4	
1.3	limo de alta plasticidad café claro (MH)	5	
1.4	limo de alta plasticidad café claro (MH)	5	
1.5	limo de alta plasticidad café claro (MH)	4	
1.6	limo de alta plasticidad café claro (MH)	4	
1.7	limo de alta plasticidad café claro (MH)	4	
1.8	limo de alta plasticidad café claro (MH)	5	
1.9	limo de alta plasticidad café claro (MH)	4	
2	limo de alta plasticidad café claro (MH)	7	
2.1	limo de alta plasticidad café claro (MH)	7	
2.2	limos arcillo arenosos café claros (ML-SM)	13	CAPAC
2.3	limos arcillo arenosos café claros (ML-SM)	13	
2.4	limos arcillo arenosos café claros (ML-SM)	13	
2.5	limos arcillo arenosos café claros (ML-SM)	17	
2.6	limos arcillo arenosos café claros (ML-SM)	22	
2.7	limos arcillo arenosos café claros (ML-SM)	22	
2.8	limos arcillo arenosos café claros (ML-SM)	20	
2.9	limos arcillo arenosos café claros (ML-SM)	23	
3	limos arcillo arenosos café claros (ML-SM)	18	



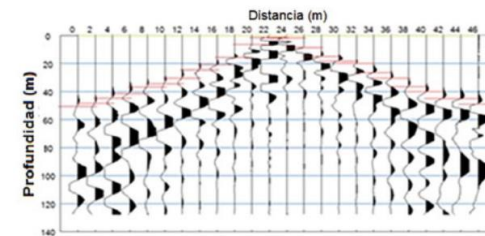
# Ampliación de red geodésica de estaciones de monitoreo GNSS (red activa) y bancos de nivel (red pasiva) de Costa Rica (años 2018-2021)



Fuente imagen:  
<https://ide.cat/es/Inici/Administracion-y-empresa/Servicios/Geofisica-aplicada/Tecnicas/Sismica-activa>



Scale = 1 / 433



Fuente imagen  
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegeologia/article/view/8354/8878>



Estudios llevados a cabo por el IGN del  
Registro Nacional para la caracterización de  
la geodinámica asociada con la  
monumentación geodésica (existente y  
futura) años 2017 a 2021

Estudios geológicos a nivel regional (grandes rasgos geodinámicos) + Estudios geológicos a nivel local (a un km alrededor de sitio monumentación existente o propuesto) + Estudios intrínsecos (sitio exacto de la monumentación) =





Conclusiones sobre los estudios llevados a cabo por el IGN del Registro Nacional para la caracterización de la geodinámica asociada con la monumentación geodésica

Se aplican sin dificultad a la monumentación geodésica (futura y existente) así como a redes activas y pasivas.



Permiten caracterizar, evaluar y determinar el grado de estabilidad de cada monumentación en el tiempo (semáforo).



Coadyuvan con una mayor permanencia física de las monumentaciones en el tiempo y por tanto con un aseguramiento de la inversión pública de los recursos asociados.



- 
- **Por su atención muchas gracias!!!**

