



SIRGAS 2017 Workshop SLR en América Latina

MENDOZA - ARGENTINA
29-30 Noviembre 2017

“AREQUIPA, 48 AÑOS DE RASTREO SATELITAL POR LASER”

Station Manager - Pablo Raul Yanyachi



CONVENIO

NASA - UNSA



**NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION - GSFC
GREENBELT**

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN - AREQUIPA





History of Laser Ranging at Characato Observatory UNSA



- Collaboration among NASA, Universidad Nacional de San Agustín (UNSA), and the Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO) for satellite observations (1957)
- Satellite Observations started at site with SAO Baker-Nunn Camera (1958)
- SAO-2 Satellite Laser Ranging System installed and provides data (1970)
- Financial arrangement with UNSA switched from SAO to NASA (1983)
- Transportable Laser Ranging System (TLRS-3) installed and provides data (1990)
- SAO-2 satellite laser ranging system closed (1992)
- SLR operations at site cease (2004)
- TLRS-3 station re-opened and SLR data collection restored (2006)
- Re-opening ceremony at Characato Observatory - UNSA (Feb. 12, 2007)

50 ANIVERSARIO DE SLR (1964 - 2014)



SAO Baker-Nunn Camera





SAO-2 System (Arequipa)





TLRS-3 System - Arequipa, PERU

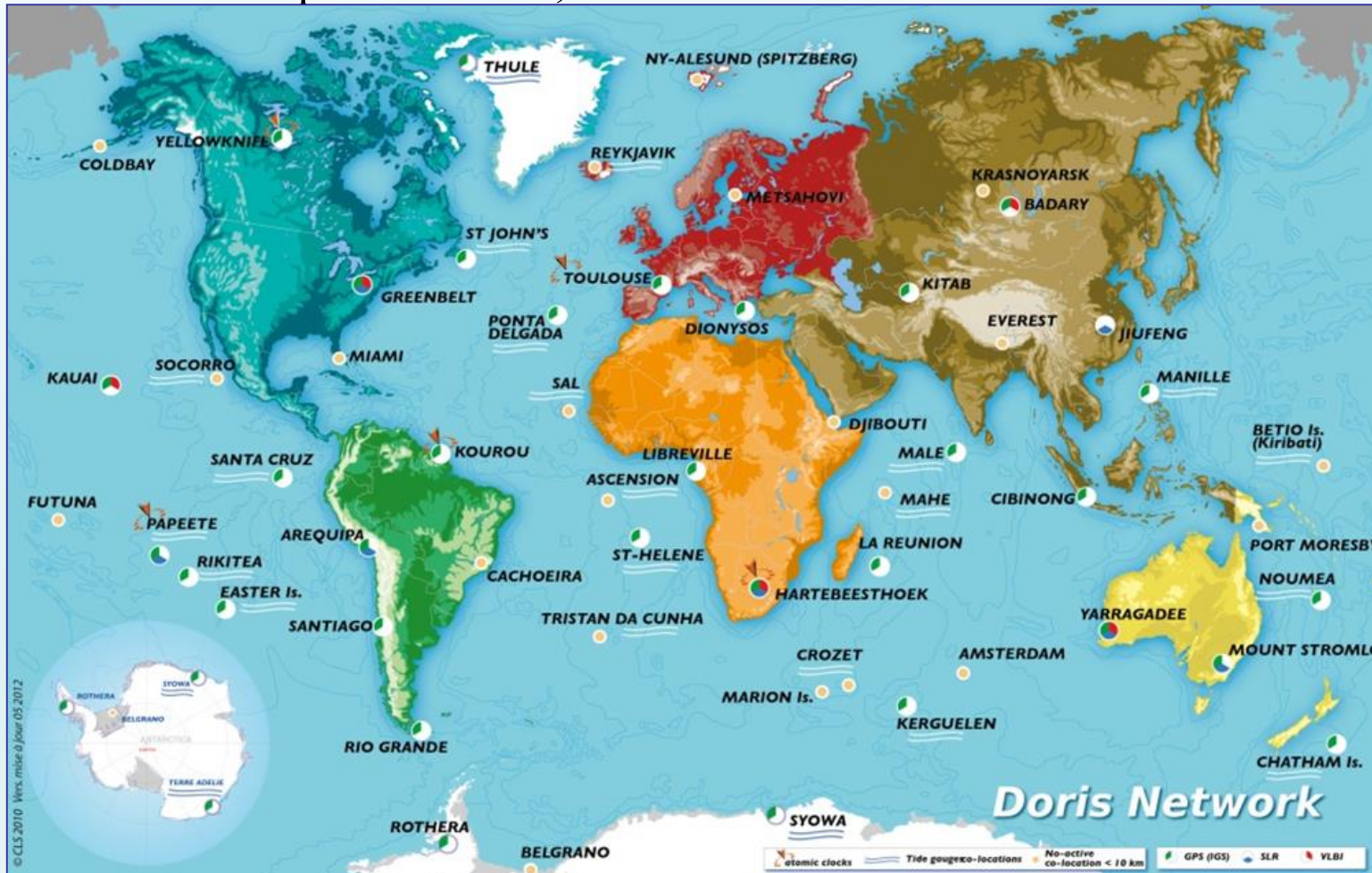




DORIS - IGN / CNES

Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite - DORIS

Topex/Poseidon, Jason 1 and Jason 2 - Satellites





REGINA - IGN / CNES



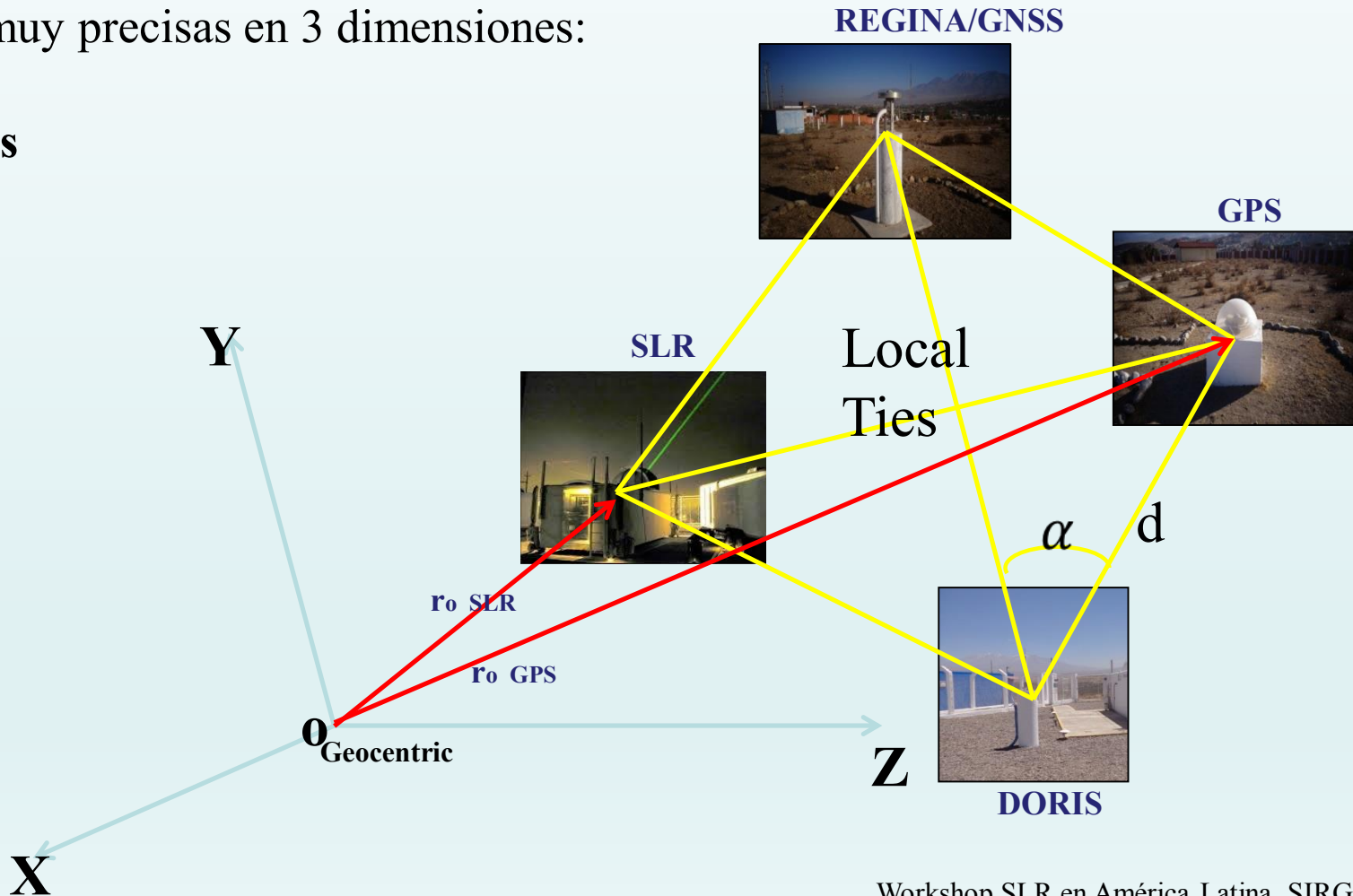


CO-LOCALIZACION SLR - GPS - DORIS - REGINA



Un sitio de CO-LOCALIZACIÓN está definido por dos o más Técnicas Geodésicas Espaciales ocupando locaciones cercanas, vinculadas entre sí con medidas muy precisas en 3 dimensiones:

Local Ties





TECNICAS DE GEODESIA ESPACIAL EN AREQUIPA

- SLR - Rastreo por Láser
- DORIS - Orbitografía Doppler
- GPS/GNSS - Sistema de Posicionamiento Global
- VLBI - (No implementado)



OBJETIVOS

- **Objetivos Globales**
 - **Cuantificación del Desplazamiento de las Placas Tectónicas a corto y largo plazo**
 - **La Interacción entre movimientos Locales y Globales.**
 - **Establecer una Base Referencial que será utilizada para confirmar o rectificar algunas teorías existentes en Geofísica.**



- **Objetivo de interes local**

- **Cuantificar el MOVIMIENTO de la Placa de Nazca.**
- **Apoyo en la DETERMINACION de Riesgo Sísmico.**

CONFIGURATION MAP

SLR

MOBLAS-4
Monument Peak, CA



MOBLAS-7
Greenbelt, MD



NGSLR
Greenbelt, MD



MOBLAS-8
Tahiti, French Polynesia



MLRS
Fort Davis, TX



TLRS-4
Mount Haleakala, HI



TLRS-3
Arequipa, Peru



MOBLAS-6
Hartbeesthoek, South Africa



MOBLAS-5
Yarragadee, Australia

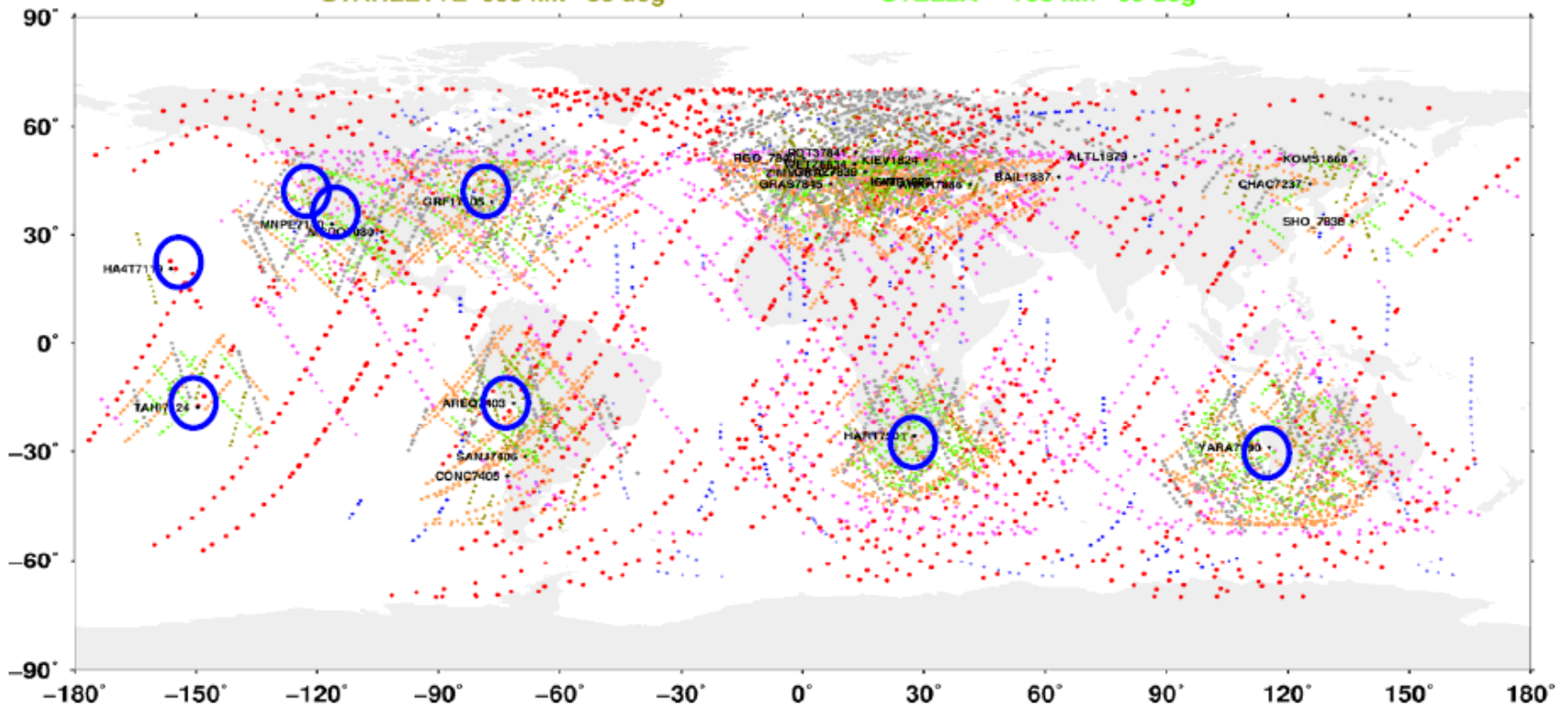


Groundtrack of Seven Days of Geodetic Satellite Data



SLR data from 20140701 through 20140708 1200 UTC

- ETALON-1 19120 km 64.9 deg
- ★ ETALON-2 19120 km 65.5 deg
- ▼ AJISAI 1492 km 50 deg
- LAGEOS-1 5895 km 109 deg
- ◆ LAGEOS-2 5785 km 52 deg
- LARES 1450 km 69.5 deg
- STARLETTE 953 km 50 deg
- ▲ STELLA 795 km 99 deg





SLR Science and Applications



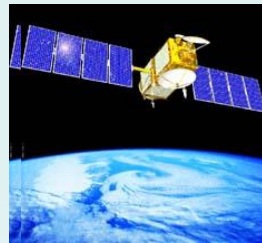
- Terrestrial Reference Frame (Center of Mass and Scale)
- Static and time-varying coefficients of the Earth's gravity field
- Earth Mass Distribution
- Earth Orientation Parameters (EOP)
- Accurate Satellite Ephemerides: POD calibration and validation of Altimetry Missions
- Special Missions - Tether Dynamics, Relativity, etc.
- Backup Precise Orbit Determination (POD)



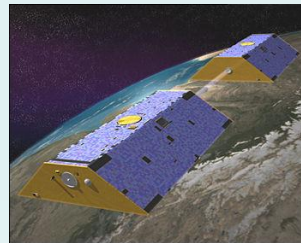
LAGEOS-1



GPS Satellite



Jason-1



GRACE-A and -B

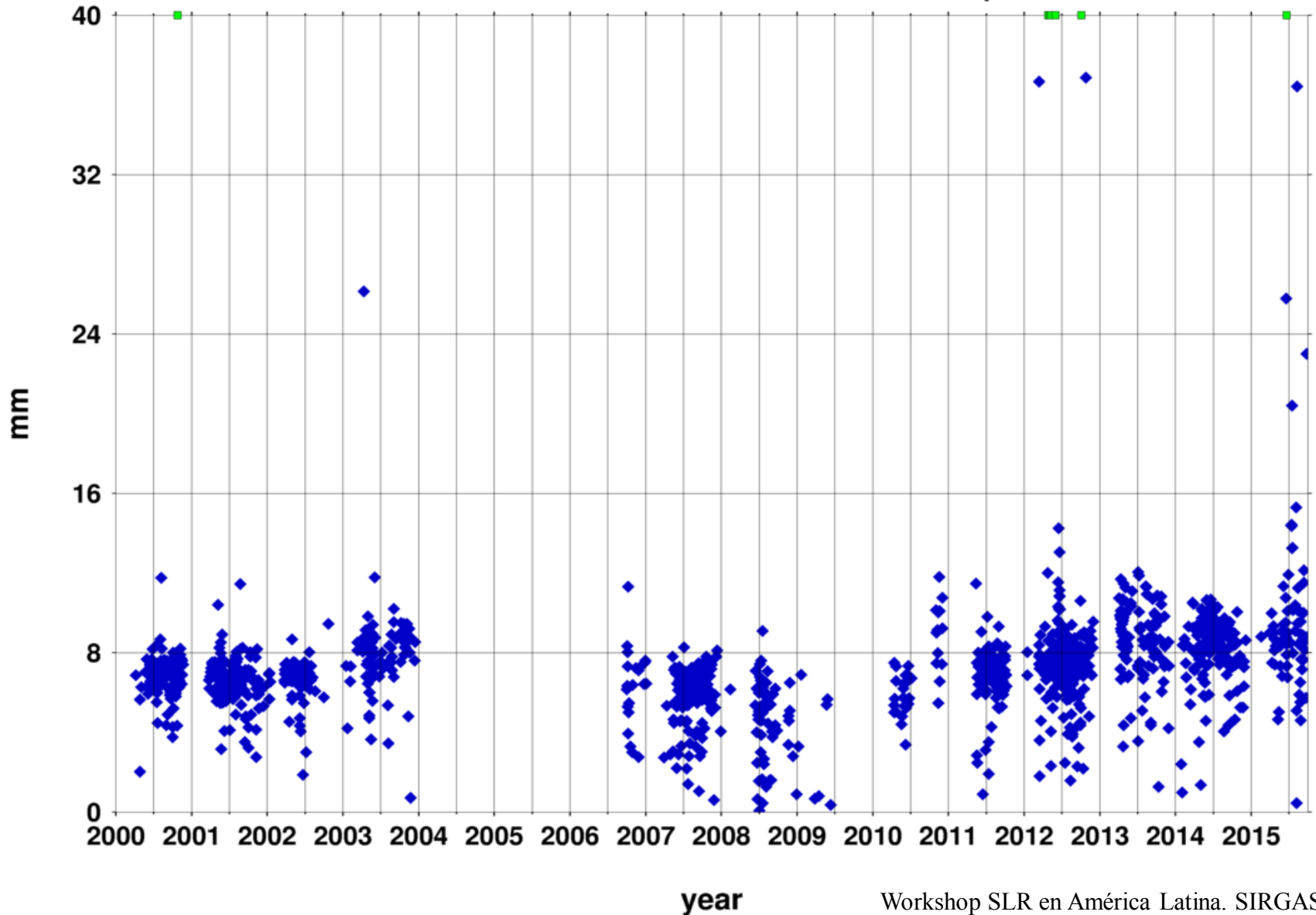


Gravity Probe-B (GP-B)

Arequipa, Peru 7403

pass average LAGEOS normal point rms

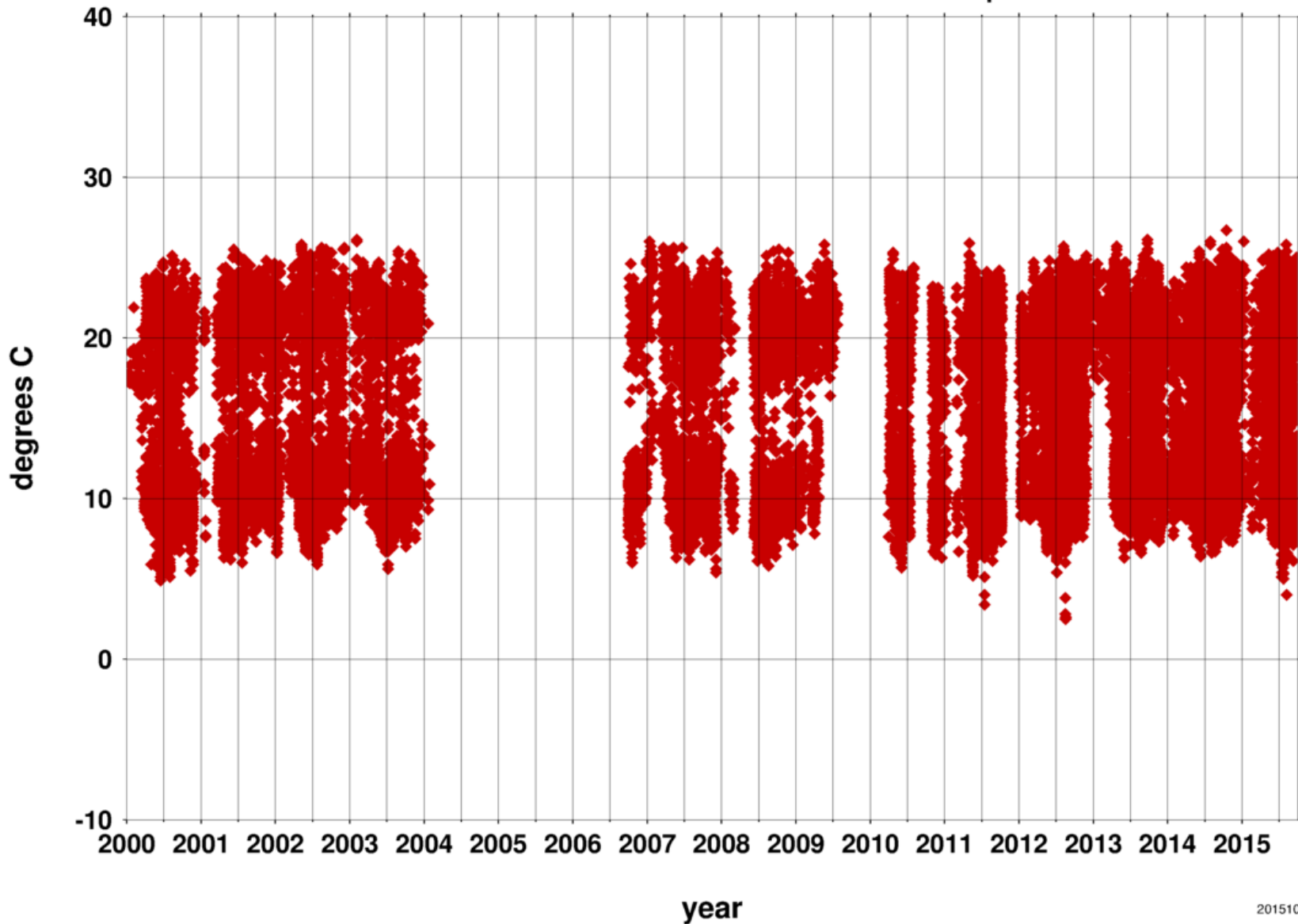
ave 7.77 ± 7.77 max 156.79 min 0.07 for 1320 data points



Arequipa, Peru 7403

pass average temperature

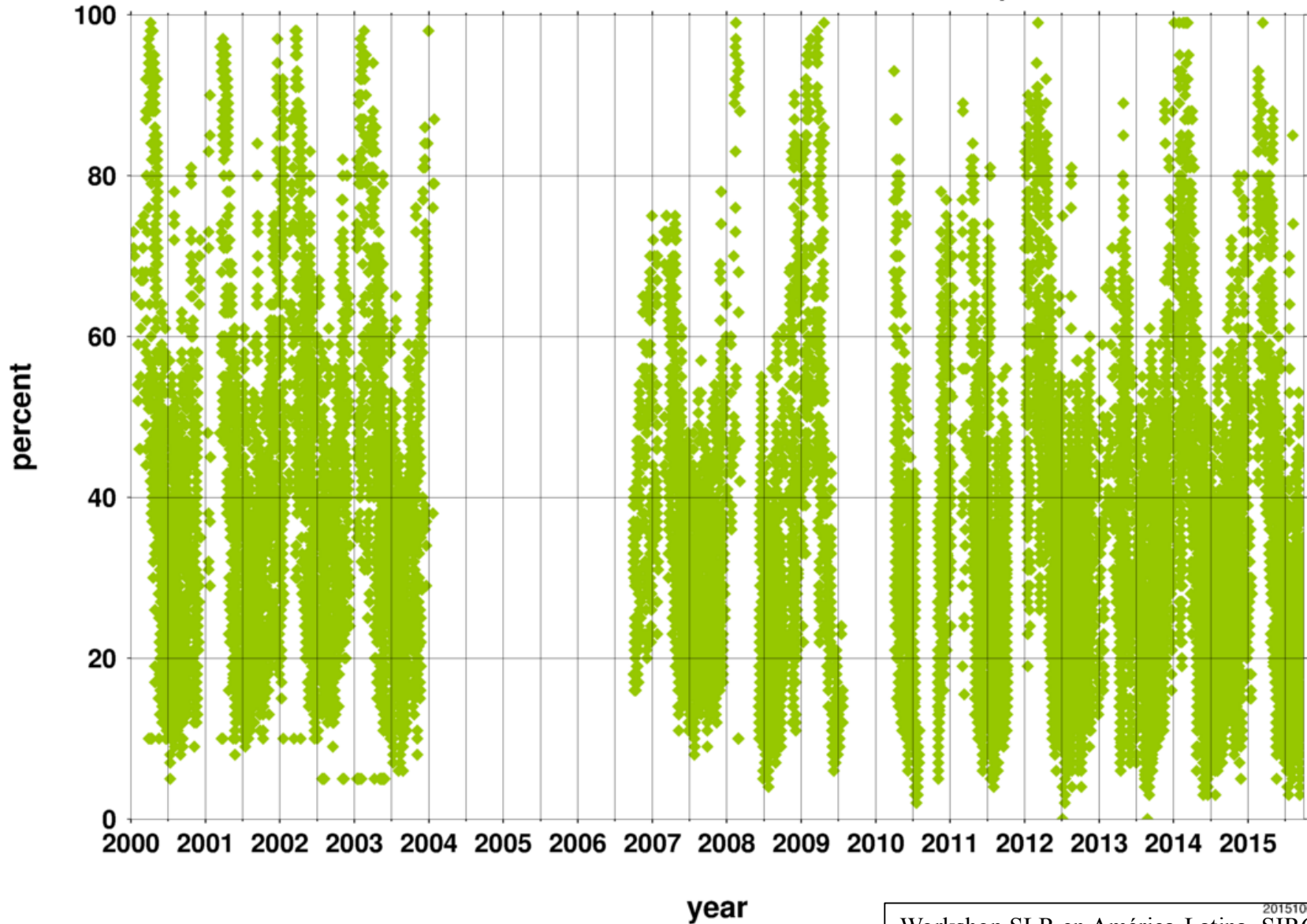
ave 14.92 ± 5.30 max 26.70 min 2.50 for 26859 data points



Arequipa, Peru 7403

pass average humidity

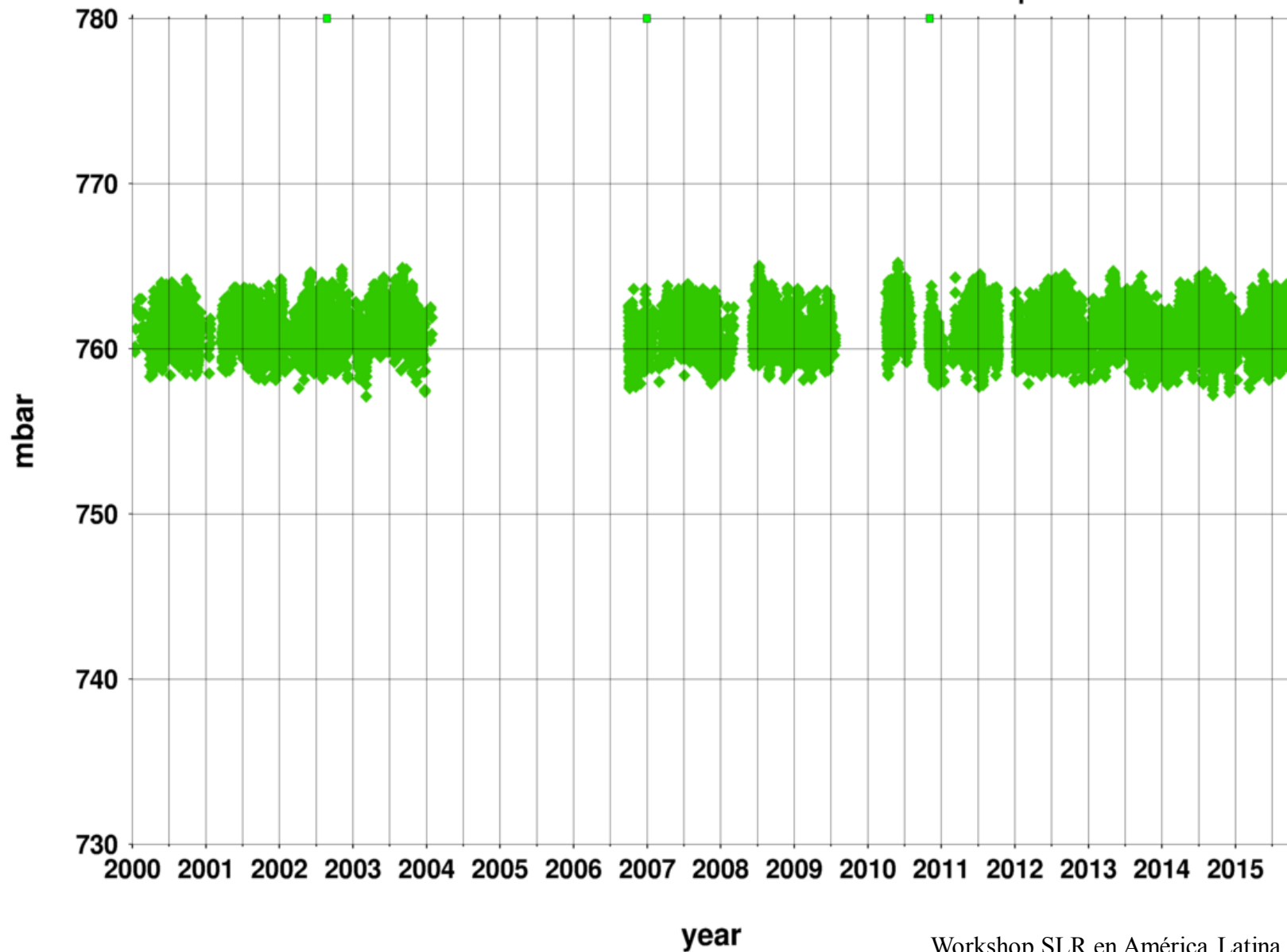
ave 33.52 ± 17.71 max 99.00 min 0.00 for 26859 data points



Arequipa, Peru 7403

pass average pressure

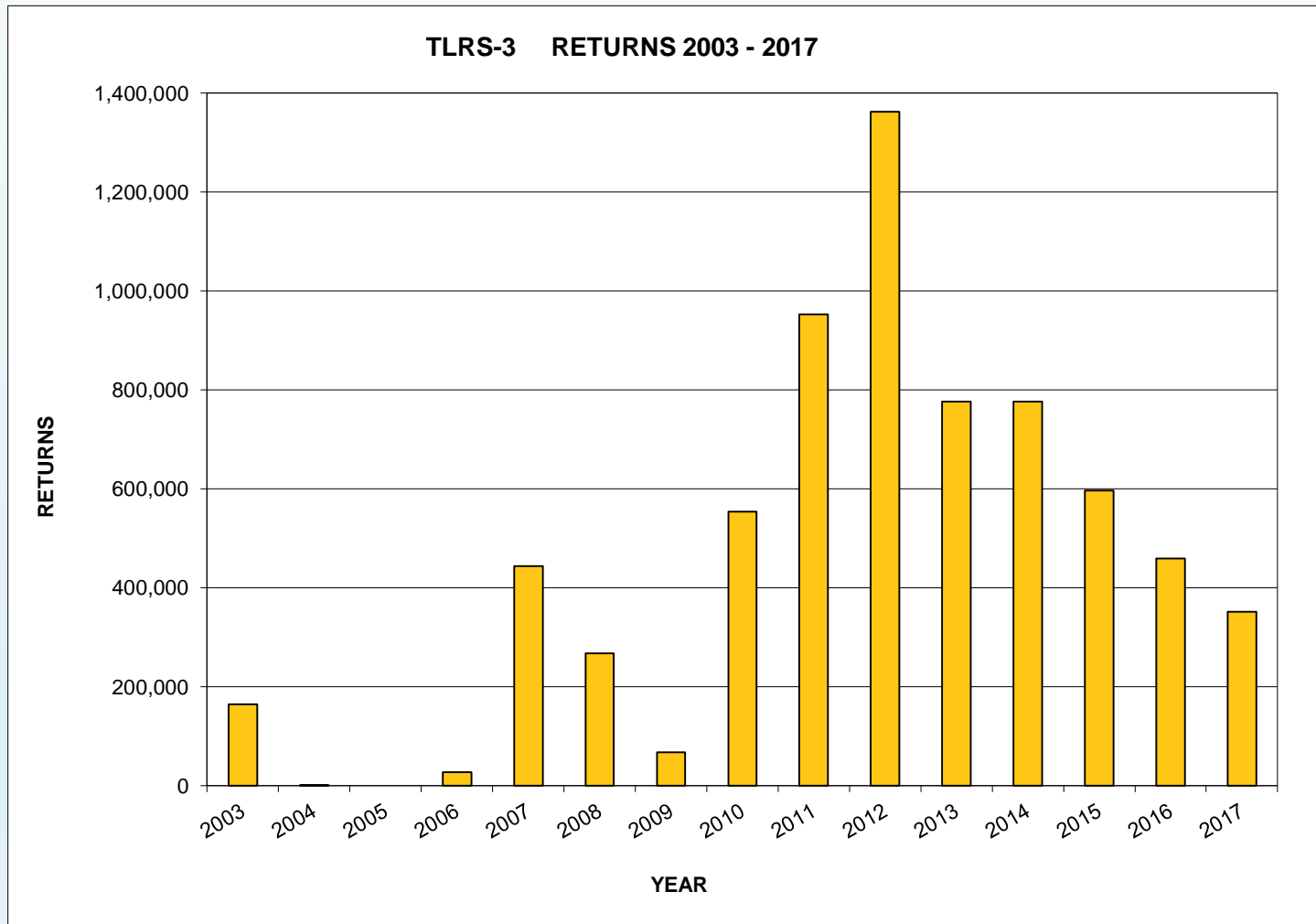
ave 761.35 ± 4.37 max 1005.00 min 757.10 for 26859 data points

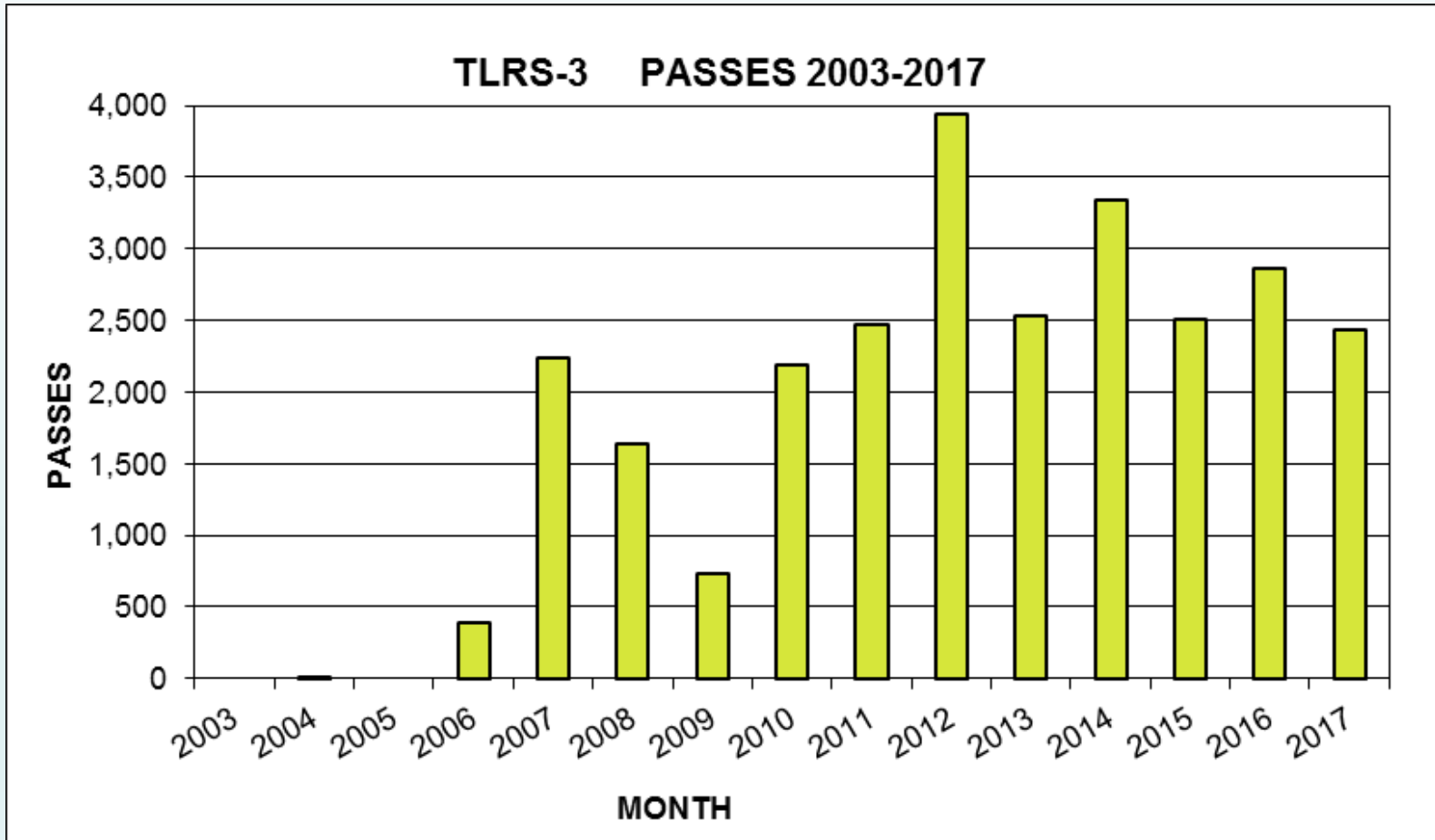




RESULTADOS

- Específicos:
 - Punto de Referencia Preciso (Punto Geodésico).
 - Fuente de Tiempo Preciso.
 - Envío de datos para Procesamiento e interpretación del Fenómeno del Niño (TOPEX, JASON).
 - Cuantificación del movimiento local de la placa durante el Terremoto del 23 Junio 2001 (LAGEOS).
 - Envío continuo de datos a IRLS.







CONCLUSIONES

- **La Precisión en la medida de distancias con la Técnica de Rastreo de Satélites por Láser ha evolucionado hasta menos de 5mm, y tiende a menos de 1mm.**

TÉCNICA	RELOJ	PRECISION
<i>Observación Cámara</i>	<i>Cuarzo</i>	<i>1 metro</i>
<i>Láser 3 nseg.</i>	<i>Cuarzo</i>	<i>centímetros</i>
	<i>Rubidio</i>	<i>20 centímetros</i>
	<i>Cesium</i>	<i>20 centímetros</i>
<i>Láser 200 pseg.</i>	<i>Cesium-GPS</i>	<i>10 milímetros</i>
	<i>Rubidio-GPS</i>	<i>< a 5 milímetros</i>



CONCLUSIONES

- Los datos pueden ser utilizados para determinar los desplazamientos debido a los movimientos tectónicos locales.

Después del Terremoto del 2001, se calculó el desplazamiento 51 cm en dirección Sur-Oeste (comprobado por las técnicas GPS y DORIS) (Fuente ILRS, para pasajes simultáneos del Lageos entre las estaciones Monument Peak, Greenbelt, Arequipa y Grasse del 13 al 16 de Julio 2001).



Miembros TLRS-3





Miembros del TLRS-3 2016

- Pablo Raul Yanyachi, Station Manager
- Jorge Valverde B., Senior Observer
- Manuel Yanyachi A., Senior Observer
- Mariano Gomez C. Senior Observer
- Kevin Rodriguez, Marco Higuera, Observers
- Alex Sanabria, Observer in Training
- Janet Caceres R., Administrative Assistant
- Wilber Cañari, Maintenance Assistant
- Elisa Castañeda, Academic Coordinator
- David McCormick, SLR NASA Manager
- Claudia Carabajal, SLR NASA Engineer
- Correo Electrónico: t3mgr@unsa.edu.pe
- Paginas web: <http://www.unsa.edu.pe>, <http://ilrs.gsfc.nasa.gov>
<http://www.iaapp.edu.pe>



Presente



- Arequipa, no fue escogida para ser un Nueva Estación NASA (19 ILRS Workshop Annapolis 2014)
- En 2015 se inicio una mejora en el Sistema TLRS-3:
 - Event Timer
 - Operar en 10 Hz
 - Posible Rastreo de Satelites de Orbita Alta
- Convenio NASA-UNSA para operar Estación SLR hasta 2019
- GPS/GNSS y DORIS continuarán



Futuro



- Creación de un INSTITUTO DE INVESTIGACION IAAPP.
- Pasantías y cursos en USA y Francia, financiamiento de UNSA.
 - USA: GEODYN
 - FRANCIA: GINS
- Proyecto de “Monitoreo del Misti, Chachani, Pichu Pichu y Cerros circundantes usando SLR y GPS\GNSS”
- Alojado el CLUSTER de UNSA.
- Proyecto “Teledetección de Humedales usando Imágenes Satelitales y Computación de Alto Desempeño” CONCYTEC-Peru.
- Procesar Datos Satelitales: SLR, GPS/GNSS, DORIS e Imágenes Satelitales.

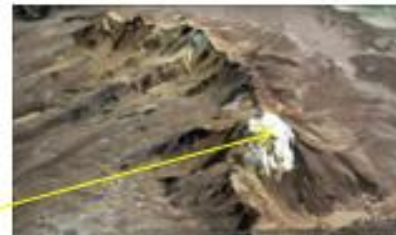
CHACHANI
Distancia a TLR53: 30.40Km
Elevación: 6,048m
Coordenadas:
16°11'42.59"S
71°31'56.21"W



MISTI
Distancia a TLR53: 20.76Km
Elevación: 5,710m
Coordenadas:
16°17'57.27"S
71°24'22.36"W



PICHU ~~QISBI~~
Distancia a TLR53: 27.20Km
Elevación: 5,511m
Coordenadas:
16°26'47.54"S
71°14'17.14"W



Cerro 03
Distancia a TLR53: 8.10Km
Elevación: 2,626m
Coordenadas:
16°28'25.84"S
71°34'6.01"W



Cerro 01
Distancia a TLR53: 5.74Km
Elevación: 2,867m
Coordenadas:
16°30'15.31"S
71°27'26.17"W



Cerro 02
Distancia a TLR53: 7.26Km
Elevación: 2,702m
Coordenadas:
16°31'25.01"S
71°31'29.57"W



Laser Demonstration at TLR3-3 Ceremony

