



## **INFORME DEL COMPORTAMIENTO DE LA LADERA DERECHA DE LA PRESA DE YESA (NAVARRA).**



Zaragoza 13 de junio de 2014

Confederación Hidrográfica del Ebro.



## **INFORME DEL COMPORTAMIENTO DE LA LADERA DERECHA DE LA PRESA DE YESA (NAVARRA).**

---

### **1. Introducción**

La detección del movimiento de la ladera derecha de la presa de Yesa tuvo como consecuencia una serie de actos administrativos que se relatan de forma resumida a continuación:

El 7 de febrero de 2013, la Secretaría de Estado de Medio Ambiente autoriza la ejecución de las obras PARA LA MEJORA DE LA LADERA DEL ESTRIBO DERECHO DE LA PRESA DE YESA (NAVARRA Y ZARAGOZA), declarándolas de emergencia, por importe máximo de 10.000.000,00 €. En consecuencia, este mismo día se inician los trabajos de la obra de emergencia.

Por su parte, con fecha 8 de febrero de 2013 el Ayuntamiento de Yesa (Navarra), en base al contenido de las competencias municipales de protección civil y disciplina urbanística recogidas en la Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local, emitió una resolución en la que notificaba a los propietarios el desalojo de todas las viviendas (19) de la urbanización "Mirador de Yesa" y de algunas de las viviendas (44) de la urbanización Lasaitasuna, motivado por los movimientos geológicos que se habían detectado en la ladera donde están ubicadas las viviendas. Esta resolución fijaba un plazo para el desalojo que expiró el lunes 11 de febrero a las 20 horas.

Con fecha 5 de julio de 2013 el Secretario de Estado de Medio Ambiente aprueba la Ampliación presupuestaria de las obras anteriores por un importe de 15.000.000,00 €.



## **2. Método de control del movimiento de la ladera.**

Para el control del movimiento de la ladera se han instalado 79 puntos de control topográfico repartidos por la ladera.

Con motivo de las obras de emergencia comentadas con antelación, algunos de estos puntos han tenido que ser sustituidos, por lo que todos los 79 puntos no han coexistido en el tiempo.

El control de los puntos topográficos que se interpretan en este informe comienza el 30 de enero de 2013 y concluye el 2 de junio de 2014.

La lectura de cada punto de control se ha realizado con una Estación Total de Alta Precisión TM-30 con método de análisis basado en mediciones de desplazamiento de fase (coaxial, láser rojo visible). La precisión en distancia que ofrece este aparato es de 0,6 mm + 1 ppm a prisma y 2 mm + 2 ppm a superficies naturales. La precisión angular es de 0,5" (0.15 mgon)

Se han realizado dos lecturas semanales compatibilizándolas con las condiciones meteorológicas favorables.

La observación de los puntos de control se realiza mediante el método de medición de series con reconocimiento automático de prismas (ATR). Para cada punto de control en cada campaña se realizan ocho lecturas de las que se obtiene la media aritmética.

En algunas ocasiones las condiciones atmosféricas (refracción, humedad, temperatura) pueden provocar la dispersión de los resultados, afectando a la precisión de la coordenada del punto. En estos casos se ha repetido la observación con una nueva serie, cuando las condiciones atmosféricas han sido más favorables.

La precisión del movimiento de cada punto de control viene determinada por la distancia y el ángulo desde el punto de observación (pilar de observación topográfica con centrado forzoso). De esta forma aquellos puntos situados a mayor altura de la ladera o en los límites del deslizamiento tendrán un mayor error.



Los puntos de control están se basan en pilares de hormigón con centrado forzoso para colocación de prisma topográfico, siendo este método el más preciso en la actualidad, eliminando posibles errores de estacionamiento.

### **3. Interpretación de los resultados**

Del registro continuado desde el 30 de enero de 2013 hasta el 2 de junio de 2014; de los 79 puntos de control, con 127 campañas de observación, se puede obtener las siguientes interpretaciones:

1. Existen 25 puntos de control que no han registrado movimiento a lo largo de la serie interpretada; estos puntos son: V-1, V-2, V-4, V-39, V-44, V-46, V-52, V-56, V-62, V-63, V-64, V-65, V-66, V-68, V-69, V-70, V-71, V-72, V-73, V-74, V-75, V-76, V-77, V-78, y V-79.

Esto no quiere decir que no se registren lecturas en esos puntos, sino que el dato registrado está dentro de la elipse de error del punto y la observación, después de casi año y medio, indica que su movimiento es inexistente, al ser menor que su error de apreciación.

2. Existen 4 puntos de control ubicados fuera de los límites del deslizamiento, que su movimiento es local e independiente del movimiento global de la ladera, estos puntos son: V-3, V-27, V-13 y V-14. Aunque estos movimientos paren en la actualidad, pueden iniciar pequeños movimientos como consecuencias de las lluvias, pero no tienen ninguna relación con la estabilidad global de la ladera.

3. El resto de puntos de control hasta completar los 79, es decir 50 puntos, han registrado convenientemente el movimiento global de la ladera.

El desplazamiento máximo registrado desde el 30 de enero de 2013 hasta el 2 de junio de 2014, ha sido de 200,2 mm y corresponde al punto V-26.

La velocidad máxima registrada fue de 40 mm/semana durante febrero de 2013 en el punto V-26.



Existen tres fases de movimientos claramente apreciadas en los gráficos presentados, por la determinación de la pendiente:

- a) Desde el 30 de enero de 2013 hasta el 22 de abril de 2013. Mayor velocidad de movimiento registrada en la ladera con un máximo en febrero. A partir de mediados febrero de 2013 y como consecuencia de las obras de emergencia iniciadas el 7 de febrero, se registró una ralentización brusca del movimiento.
- b) Desde el 22 de abril de 2013 hasta el 30 de marzo del 2014. Tramo de velocidad constante. La velocidad de los puntos de observación varía desde 0 en los límites del deslizamiento, hasta 3 mm/mes en la zona interior.
- c) Desde el 30 de marzo del 2014 hasta la actualidad. Tramo de paralización. El movimiento global de la ladera es inapreciable. Existen 47 puntos que detectan movimiento nulo. Existen dos puntos V-7 y V-10 que registran movimientos extremadamente lentos atribuibles presuntamente a movimientos locales debido a su ubicación en el borde de la plataforma de la carretera.



#### **4. Conclusiones**

Se ha realizado una rigurosa observación de los 79 puntos de control topográfico instalados en la ladera derecha de la presa de Yesa, con 127 campañas de observación realizadas desde el 30 de enero de 2013 hasta la actualidad. De su estudio podemos deducir las siguientes conclusiones:

1. El registro continuado desde el 30 de enero de 2013 hasta el 2 de junio de 2014 de los puntos de control topográfico nos permite afirmar que el movimiento global de la ladera de la margen derecha de la presa de Yesa es imperceptible, desde el 30 de marzo del 2014 hasta la actualidad.

Existen dos puntos V-7 y V-10 que registran movimientos extremadamente lentos, atribuibles presuntamente a movimientos locales debido a su ubicación en el borde de la plataforma de la carretera, y que no modifican la interpretación anterior.

2. El registro de los puntos de control ubicados en las Urbanizaciones El Mirador de Yesa y Lasaitasuna (incluida la Zona de Seguridad y la Zona ubicada fuera de los límites del deslizamiento) registran un movimiento nulo también.

3. La situación actual de paralización del movimiento global de la ladera, no impide que puedan existir en un futuro movimientos locales puntuales, relacionados con el proceso de vaciado del embalse en las zonas del perímetro del mismo, o en la propia ladera como consecuencia de los efectos de la lluvia.

Estos movimientos locales no afectarían a las condiciones de seguridad de la globalidad de la ladera.

4. El movimiento actual de la ladera hace improductivo seguir entregando informes mensuales, aun cuando la auscultación de la misma se seguirá realizando.

Con las medidas de estabilización realizadas, la ladera ha paralizado su movimiento hasta hacerse imperceptible. Los sensores instalados no son capaces de percibir movimiento y la precisión de estos sensores hace que las lecturas obtenidas estén dentro del valor considerado como error de apreciación.



La entrega de los últimos registros de control topográfico, ha dado lugar a múltiples interpretaciones (ascenso anti-gravitacional de la ladera, efecto de rebote elástico, efecto de flotación, desplazamiento de la presa, efecto palanca).

Desde nuestro punto de vista, esos registros sólo tienen una explicación, el movimiento de la ladera se ha paralizado hasta hacerse imperceptible y por lo tanto, los sensores instalados sólo pueden medir su propio error de apreciación.

5. Si cambiara la situación actual de movimiento imperceptible, se comunicaría esta circunstancia, tal y como se ha realizado hasta la actualidad.

Zaragoza a 13 de Junio de 2014

El Jefe del Área de Seguridad de  
Infraestructuras y Geotecnología

Fdo.: René Gómez López de Munain

Conforme:  
El Director Técnico

Fdo. Raimundo Lafuente Dios



**RELACIÓN DE ANEJOS INCLUIDOS:**

ANEJO Nº1: Plano de movimiento de los Puntos de Control Topográfico.

ANEJO Nº2: Velocidad de Movimiento de la ladera por Ejes desde el 30 de enero de 2013.

ANEJO Nº 3: Velocidad de Movimiento por puntos desde el 22 de abril del 2013.

ANEJO Nº 4: Vectores de desplazamiento de los Puntos de Control Topográfico en XY.





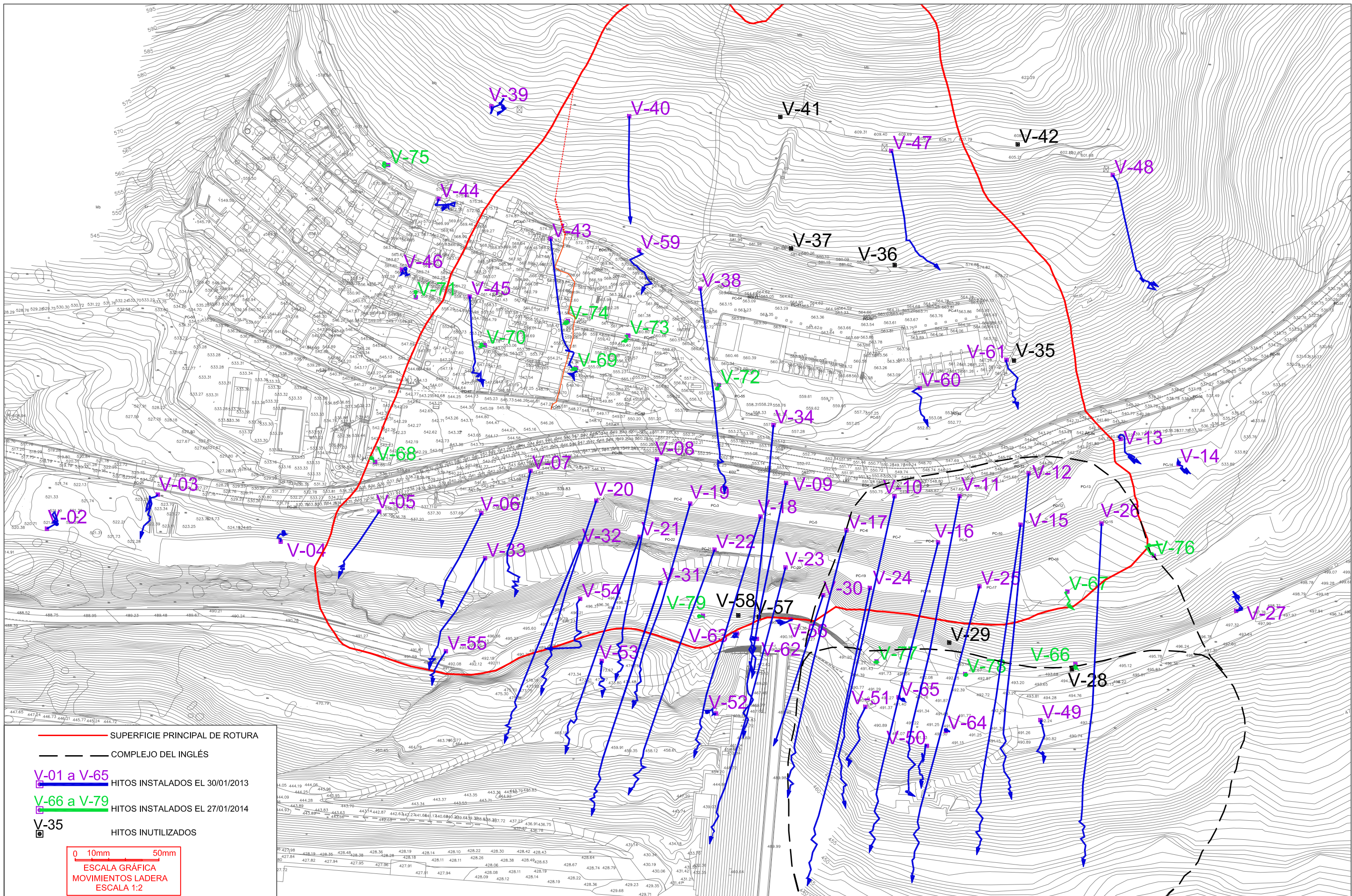
MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

ANEJO Nº 1

PLANO DE MOVIMIENTO DE LOS PUNTOS DE CONTROL TOPOGRÁFICO





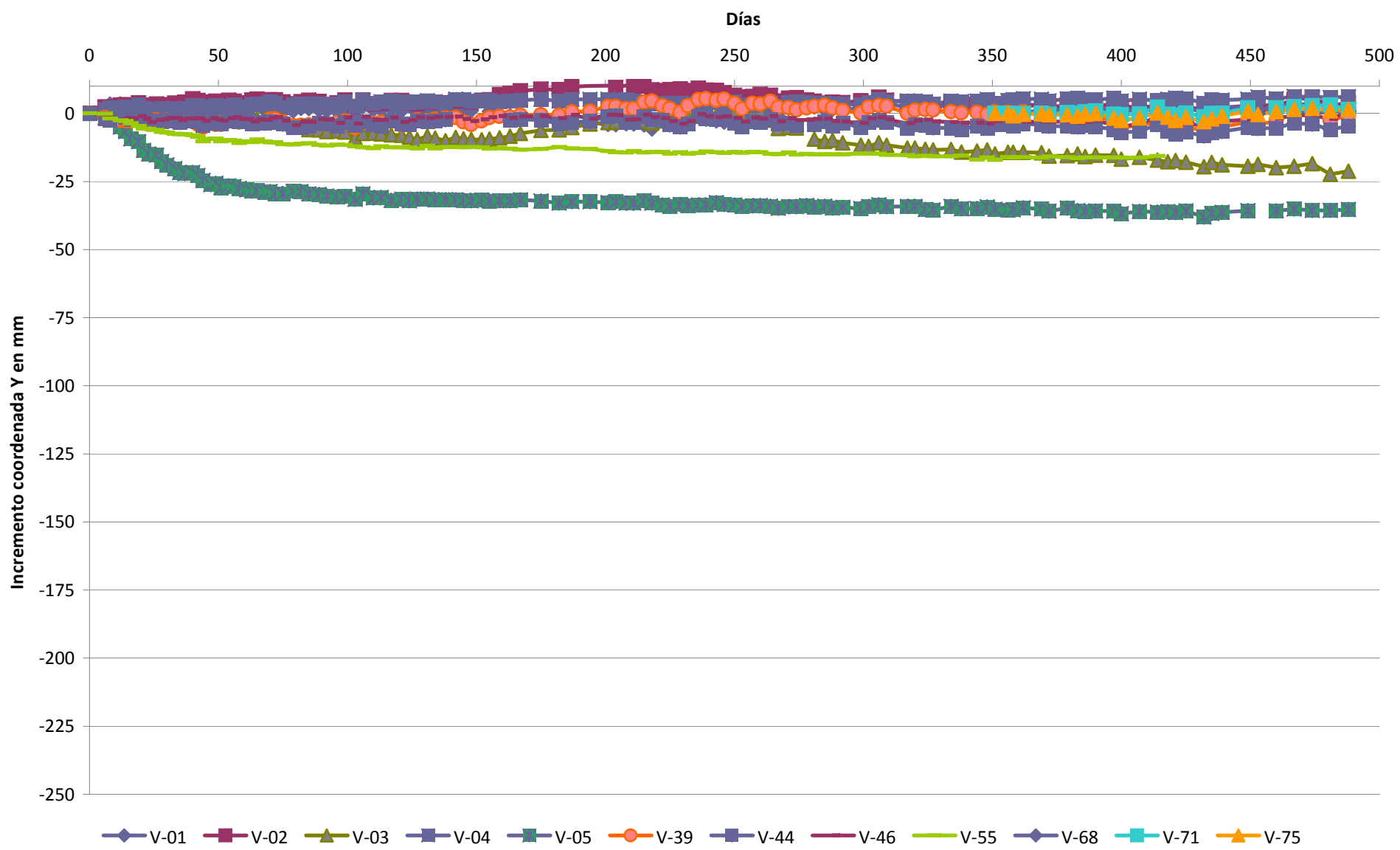




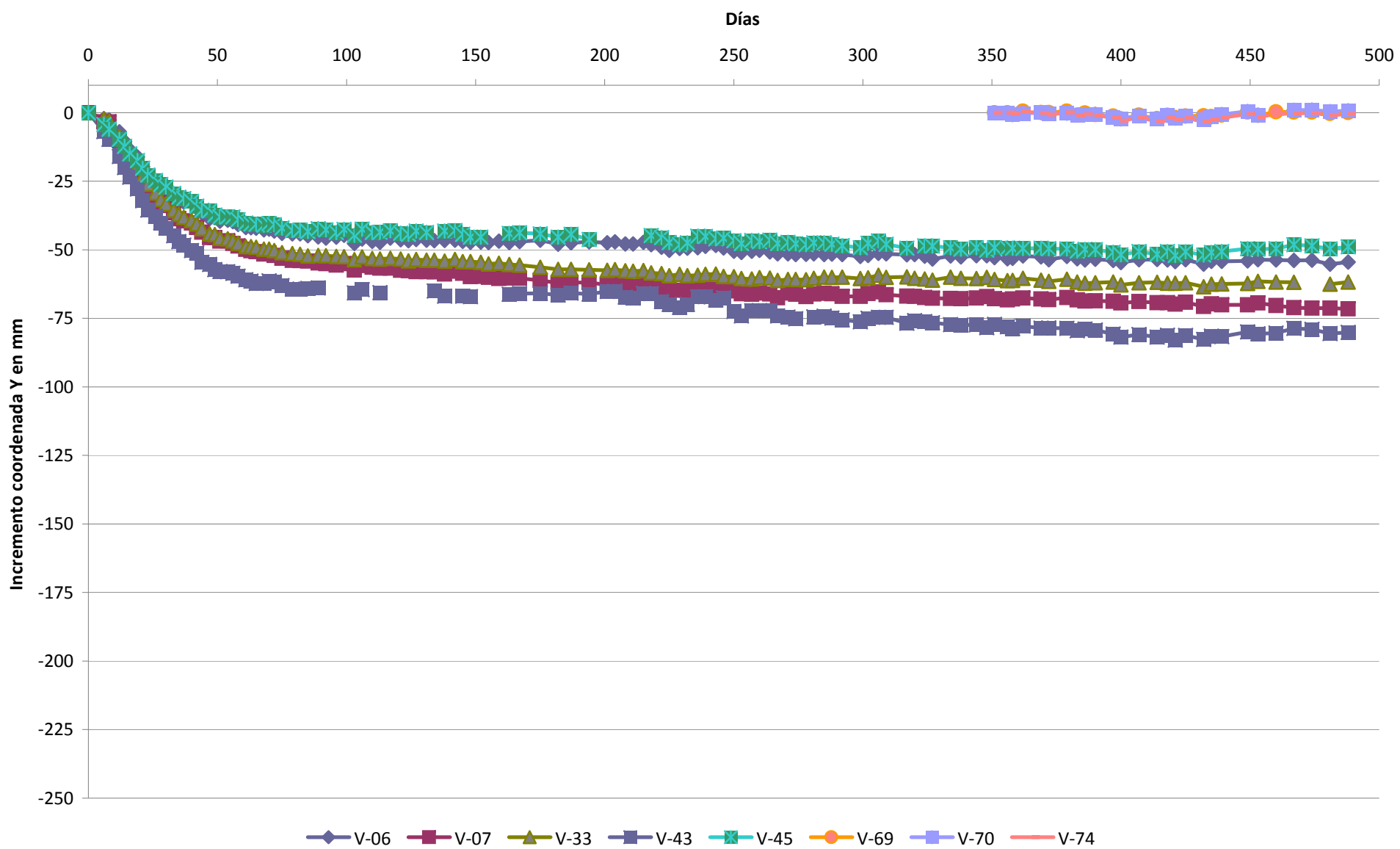
ANEJO Nº 2

VELOCIDAD DE MOVIMIENTO DE LA LADERA POR EJES DESDE EL 30 DE  
ENERO DE 2013.

# Puntos Exteriores Oeste

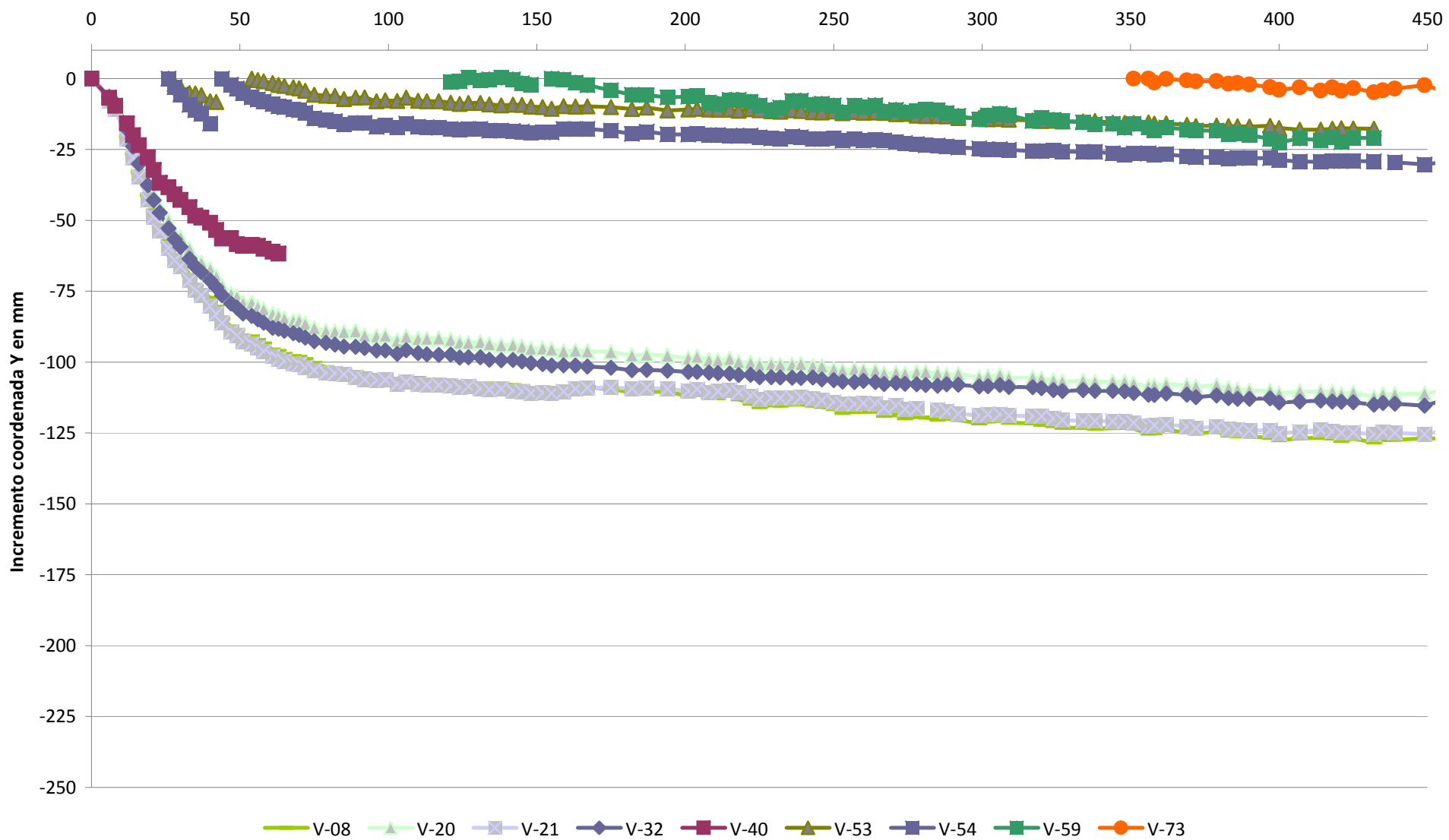


# Puntos Eje 0

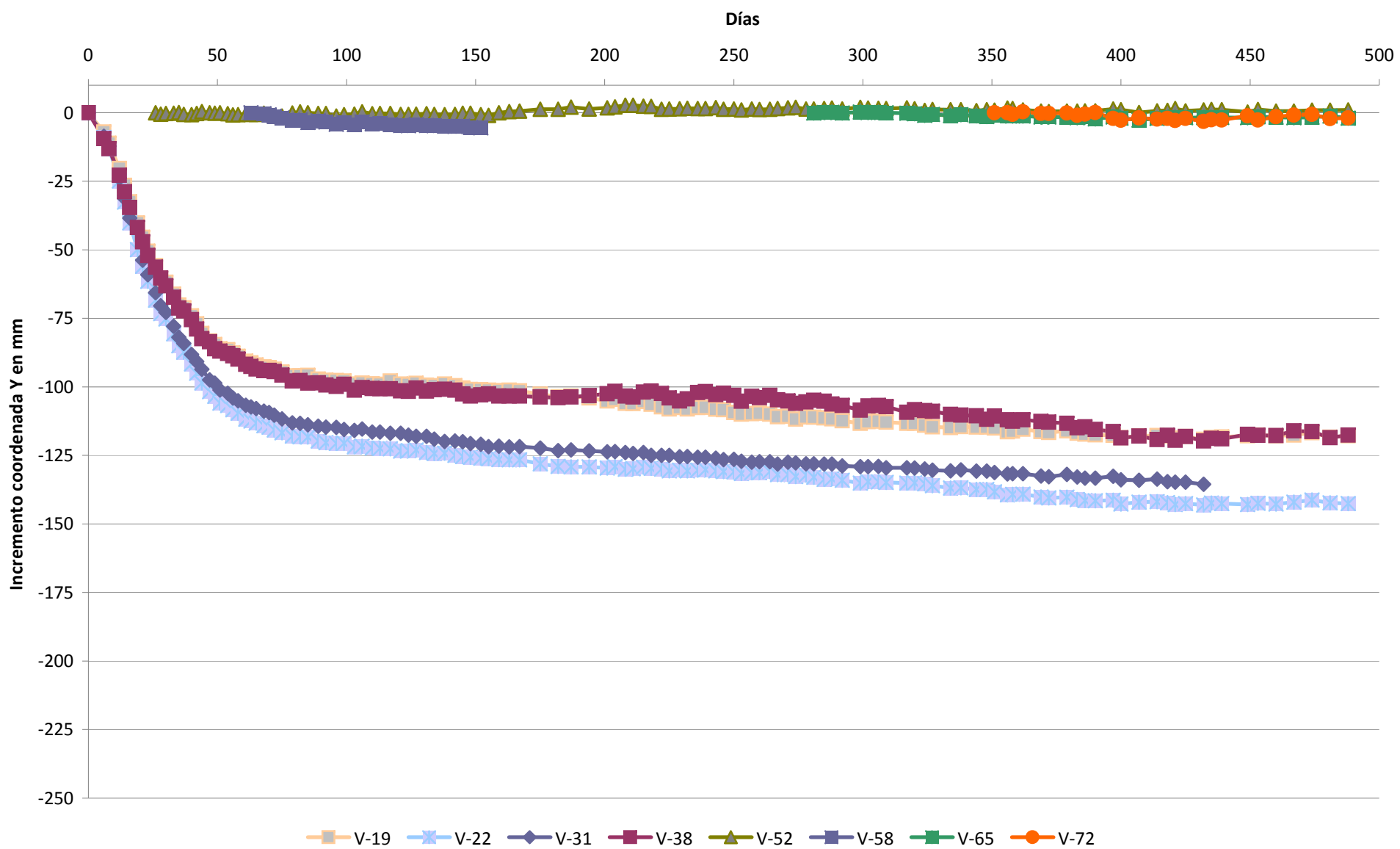


# Puntos Eje 1

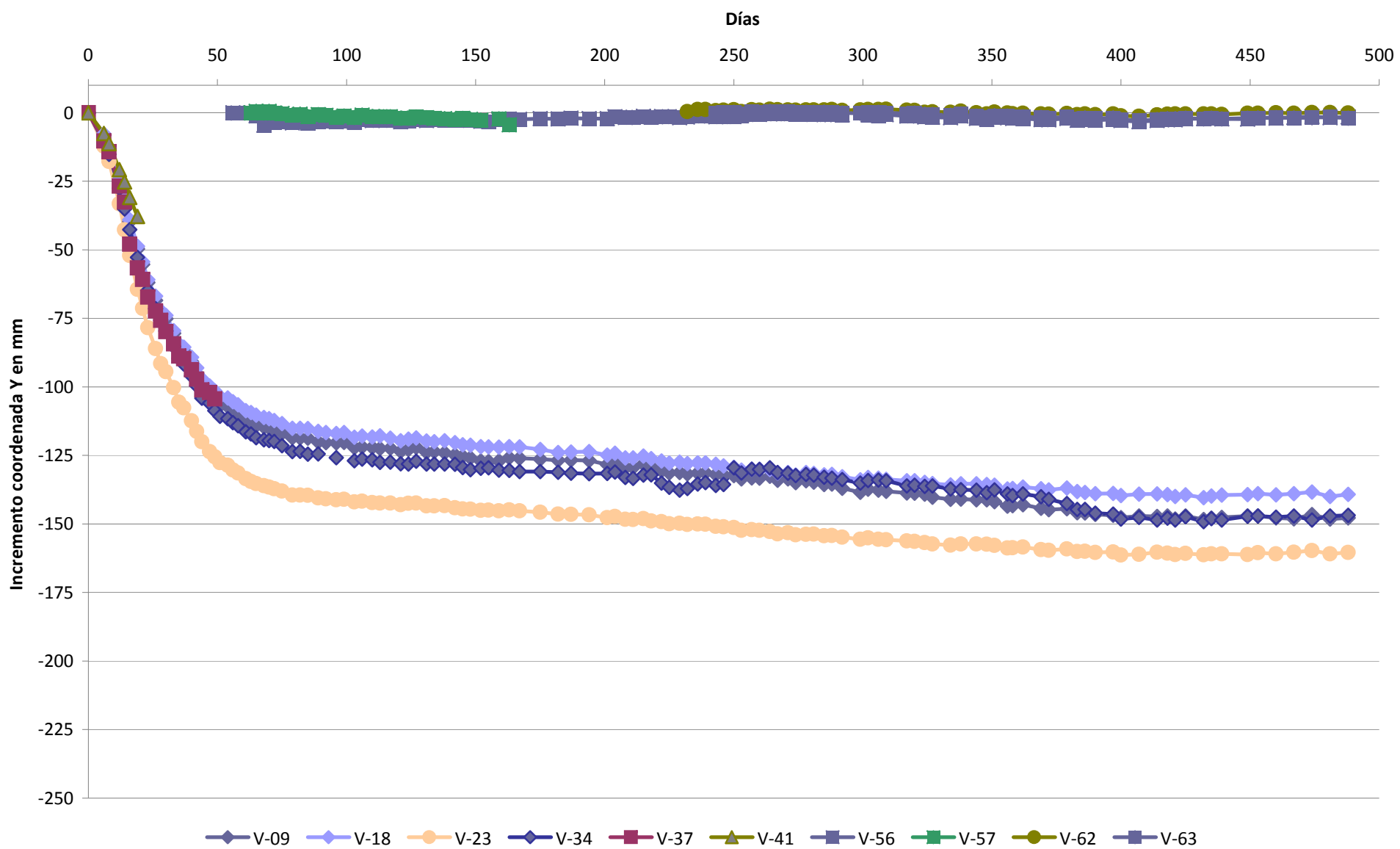
Días



## Puntos Eje 2



# Puntos Eje 3



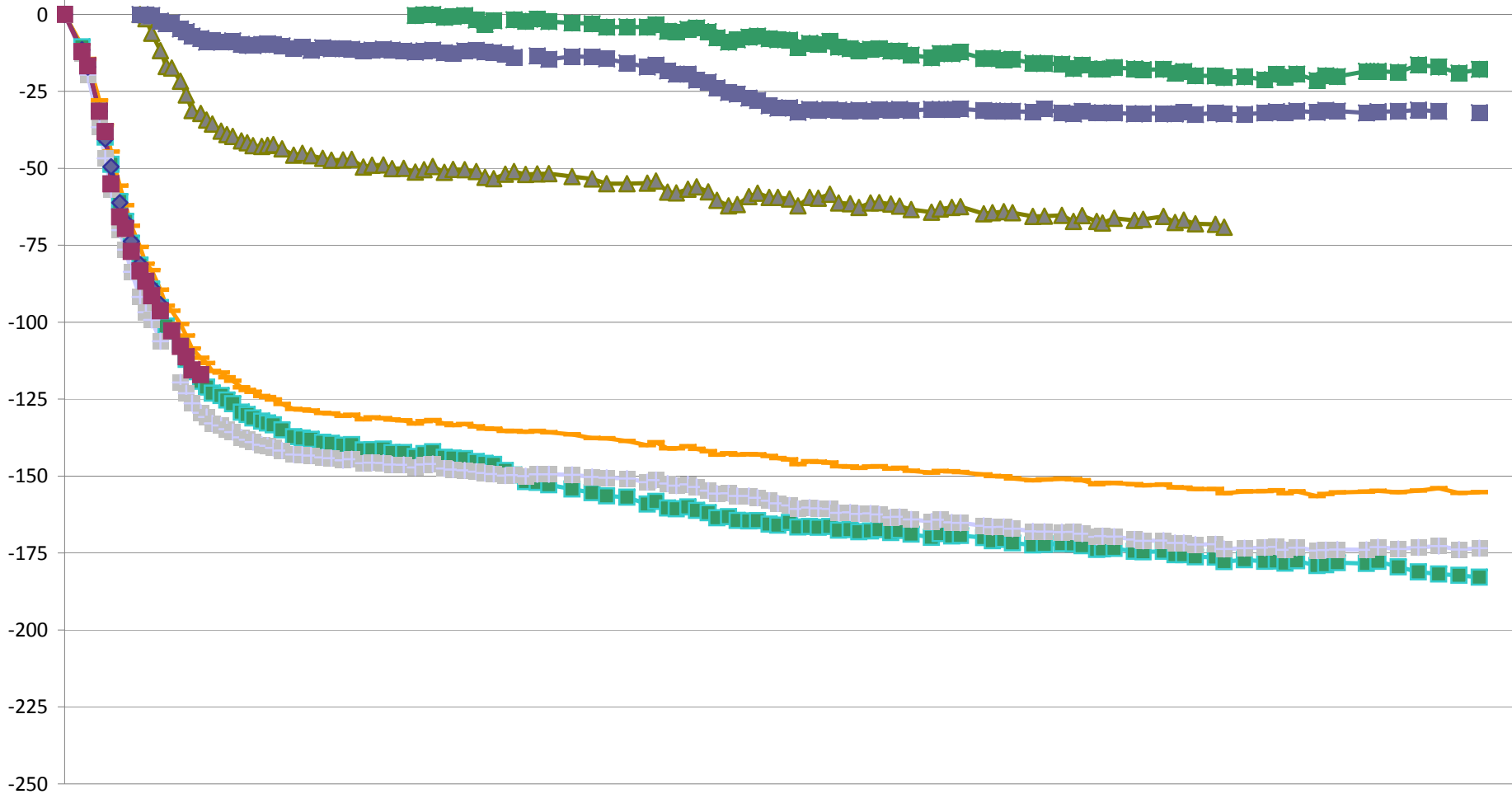


# Puntos Eje 4

Días

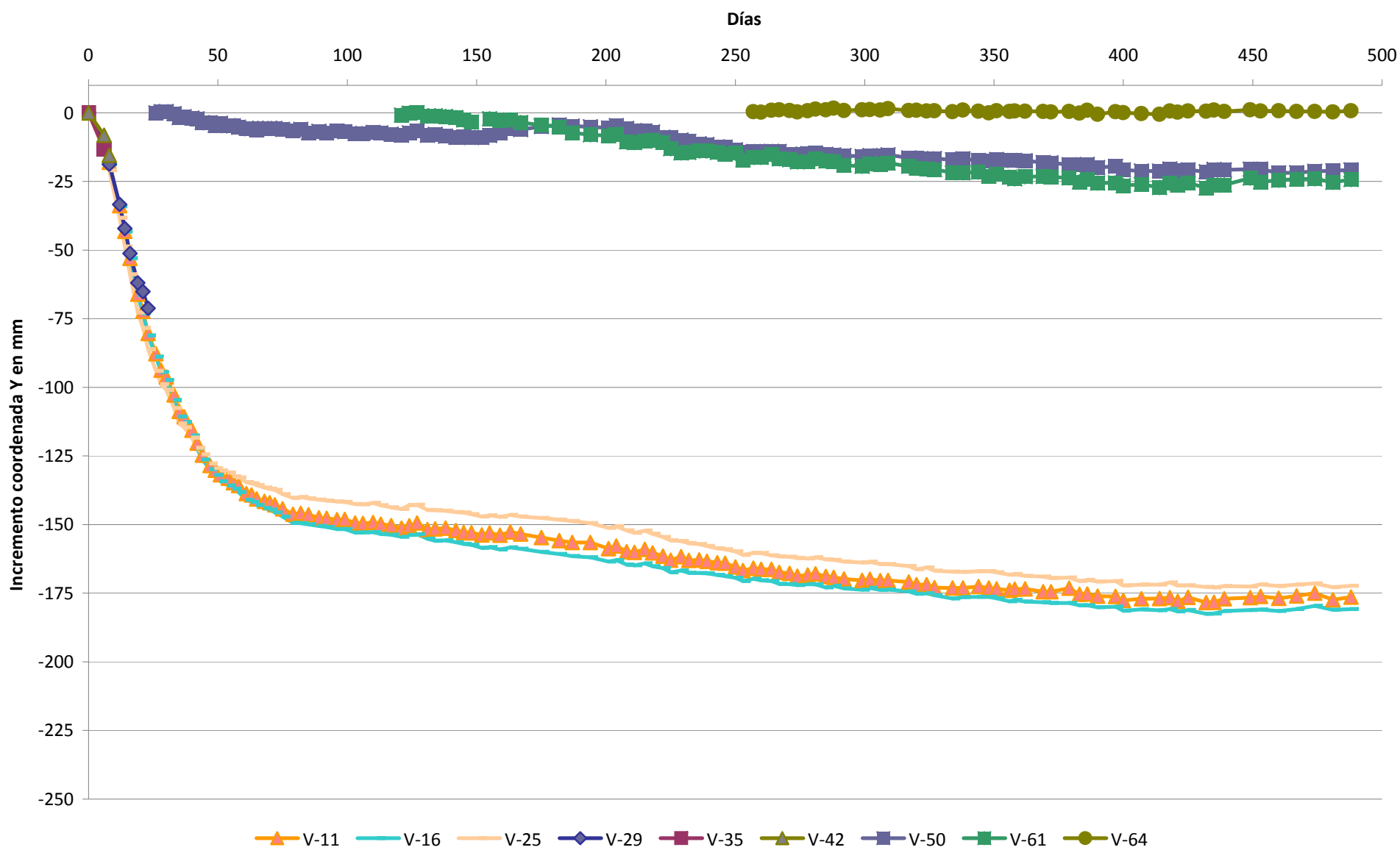
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500

Incremento coordenada Y en mm

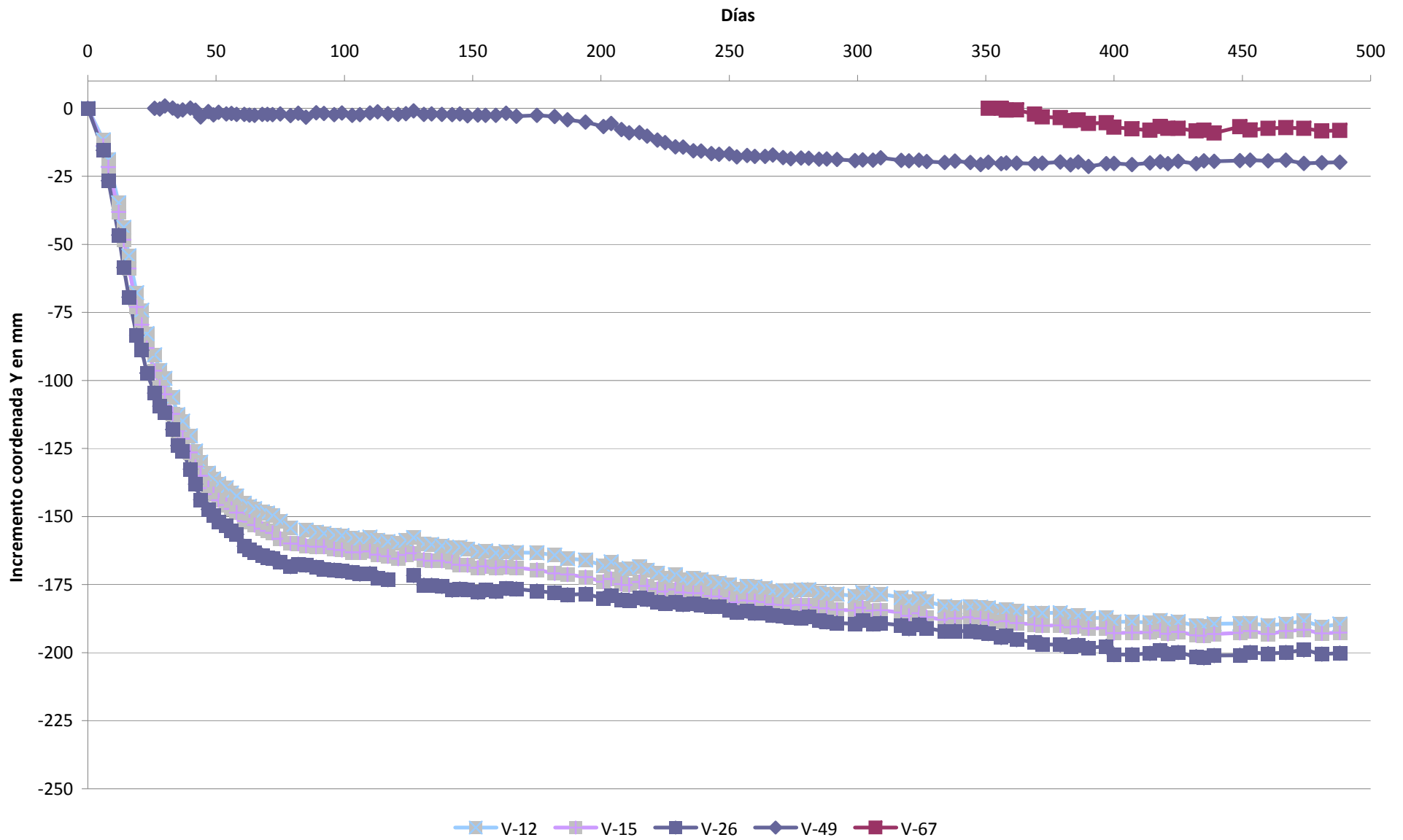


V-10 V-17 V-24 V-30 V-36 V-47 V-51 V-60

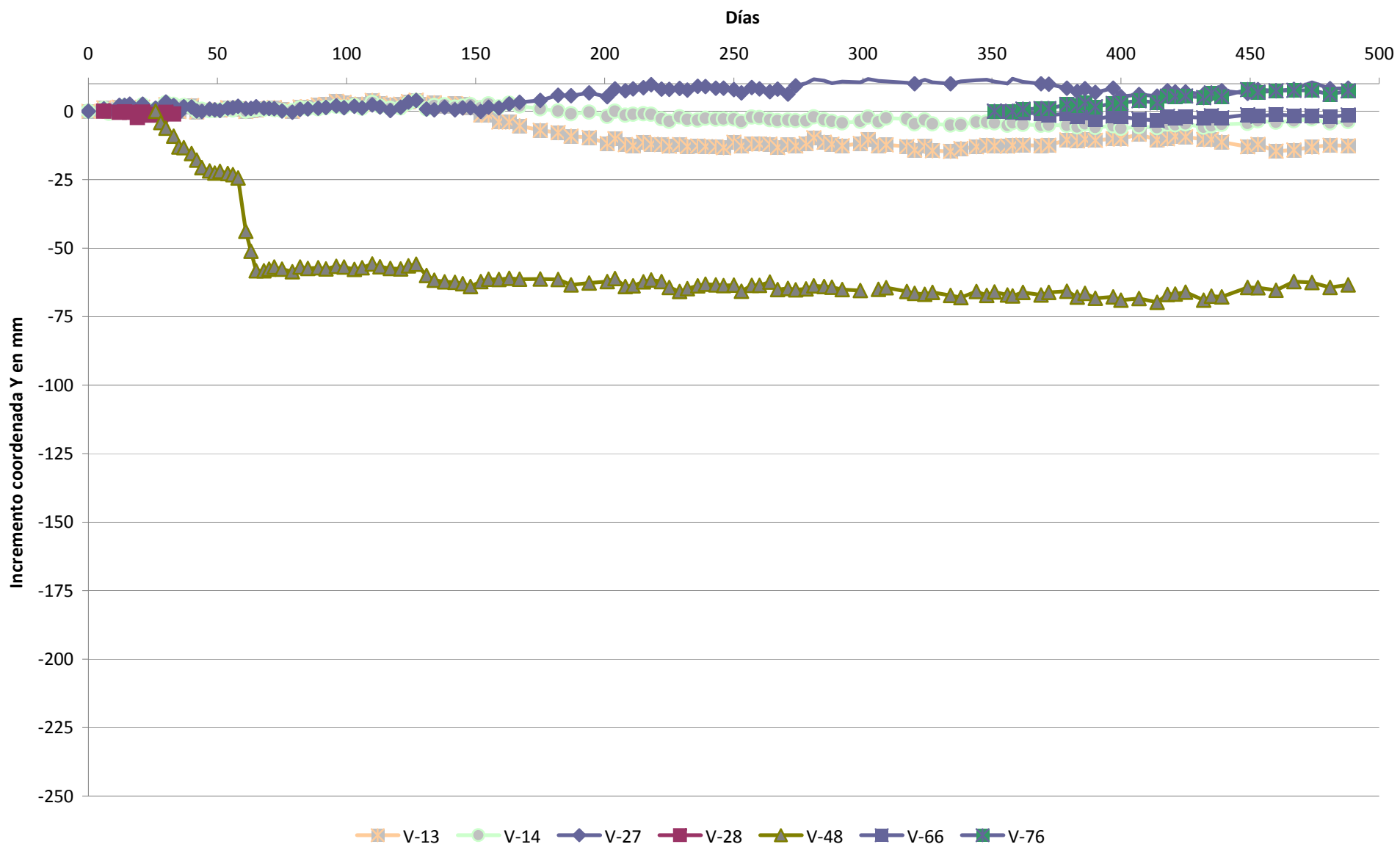
# Puntos Eje 5



# Puntos Eje 6



# Puntos Exteriores Este





### ANEJO Nº 3

VELOCIDAD DE MOVIMIENTO DE LOS PUNTOS DE CONTROL  
TOPOGRÁFICO DESDE EL 22 DE ABRIL DE 2013.

V1

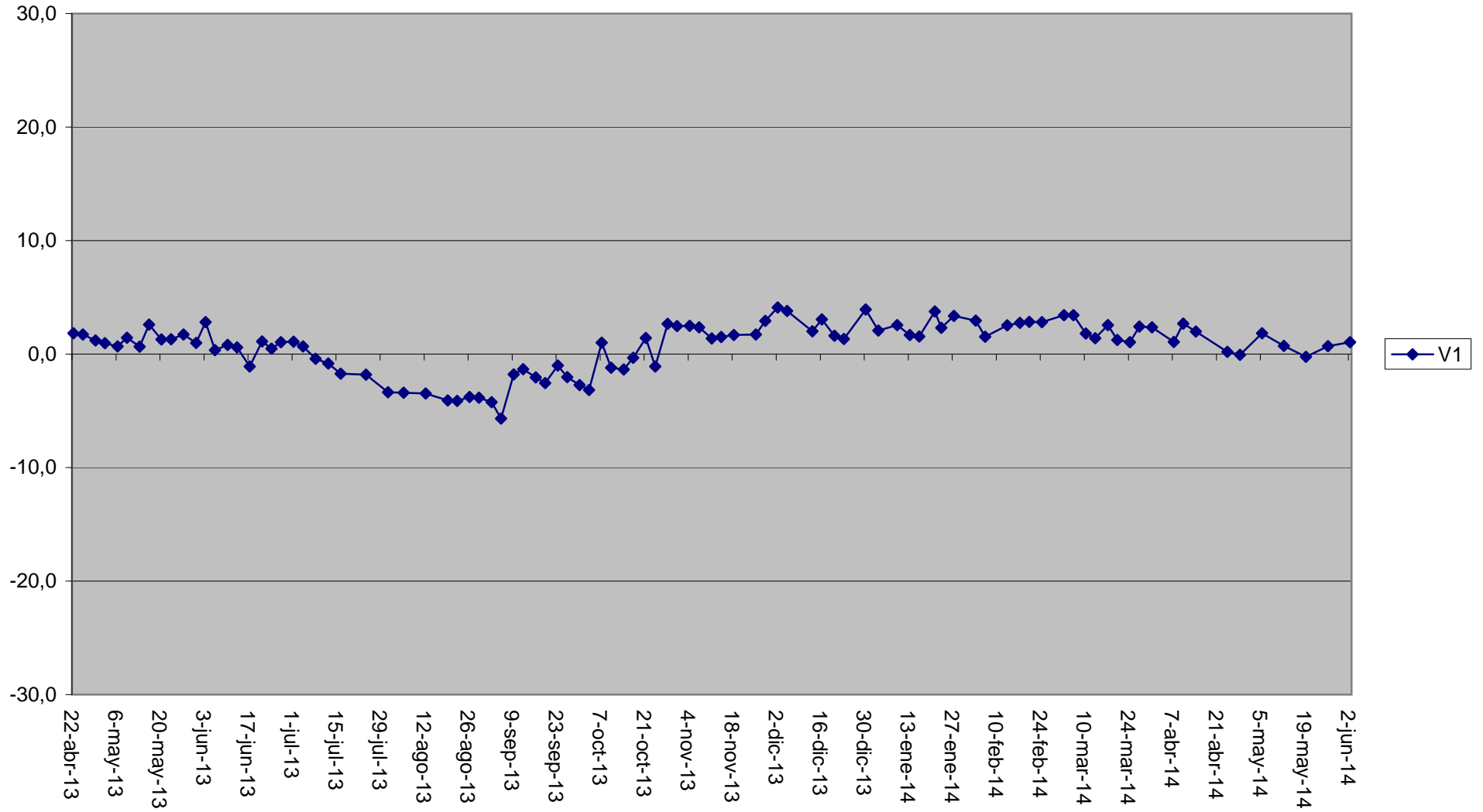
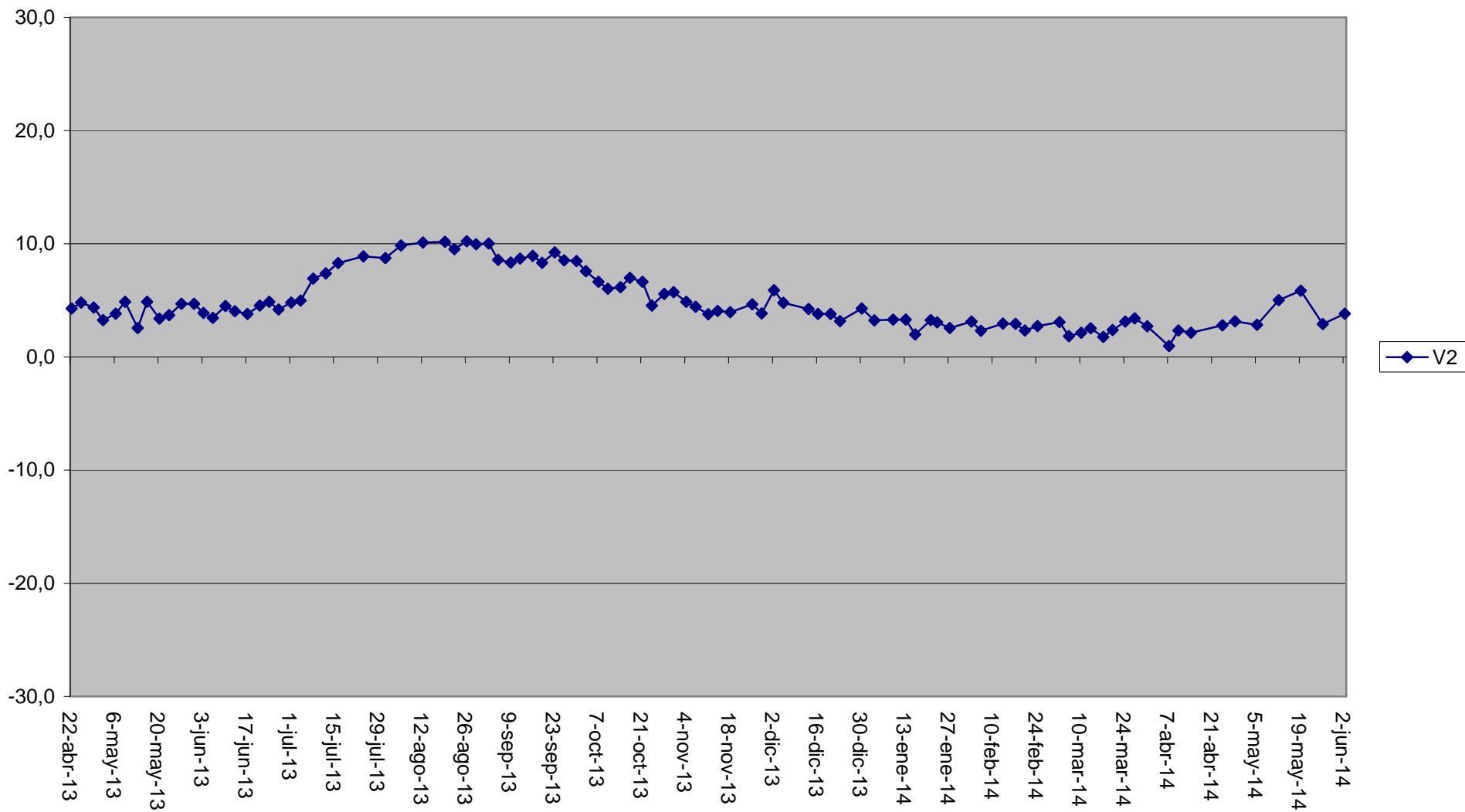
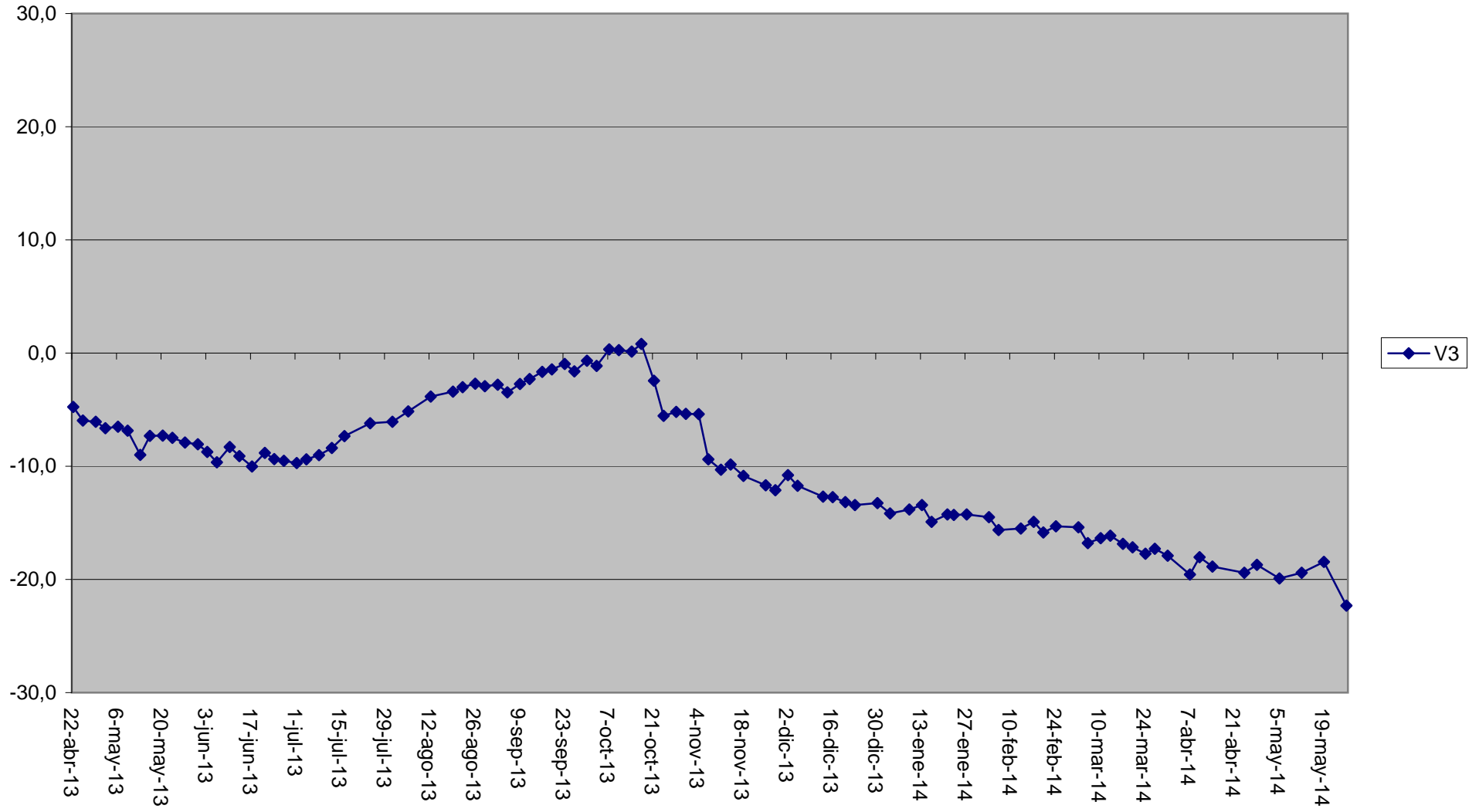


Gráfico1

V2

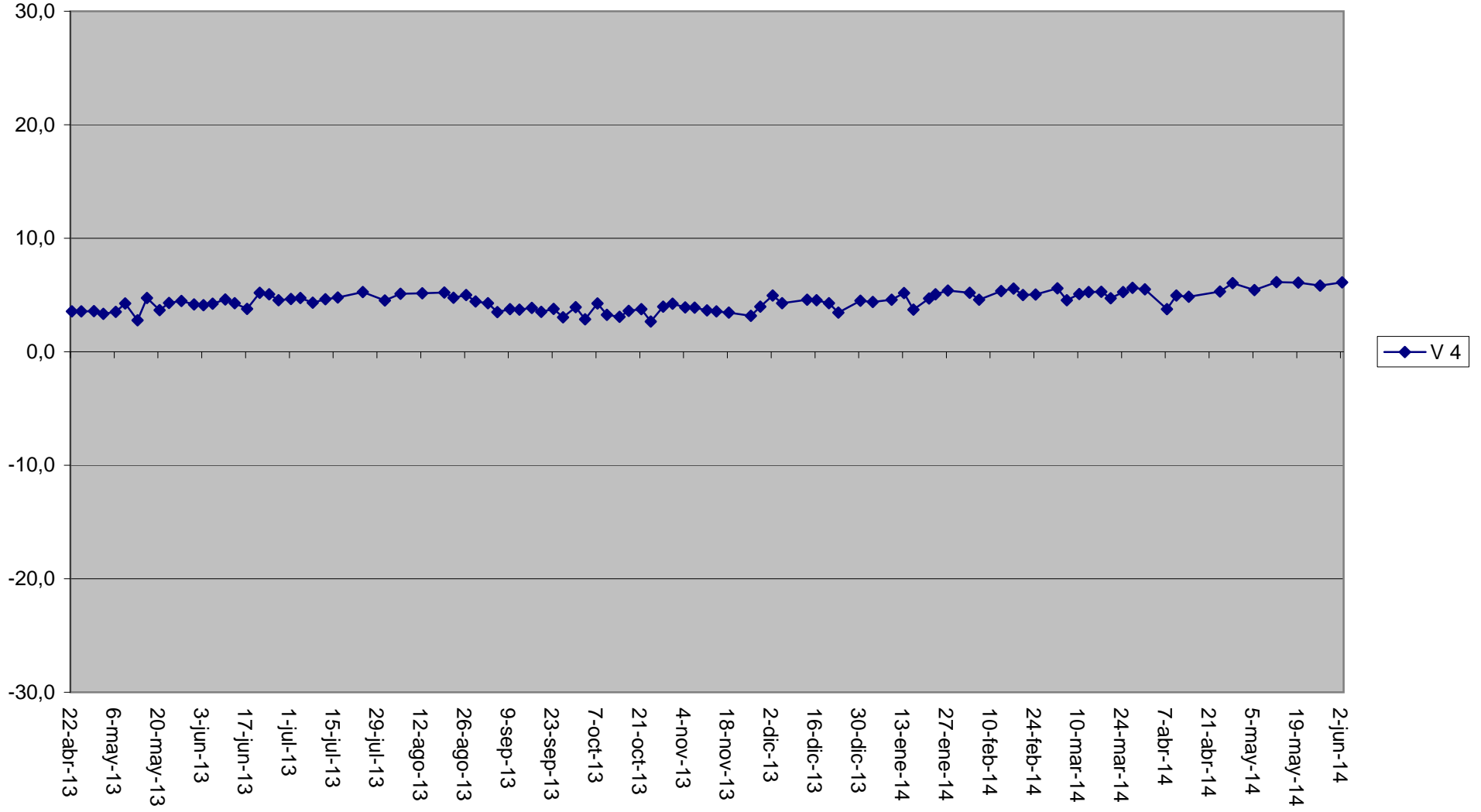


V3

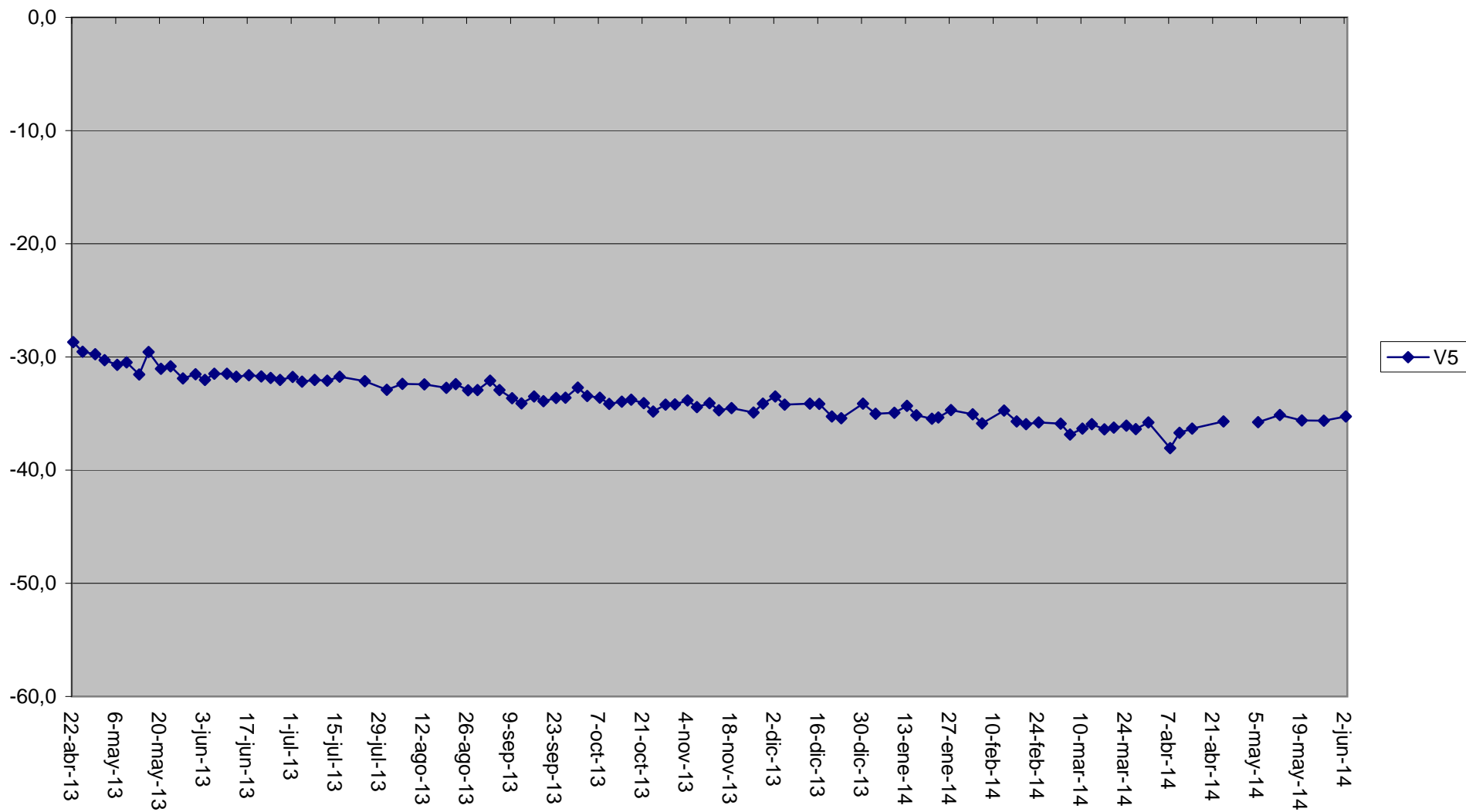




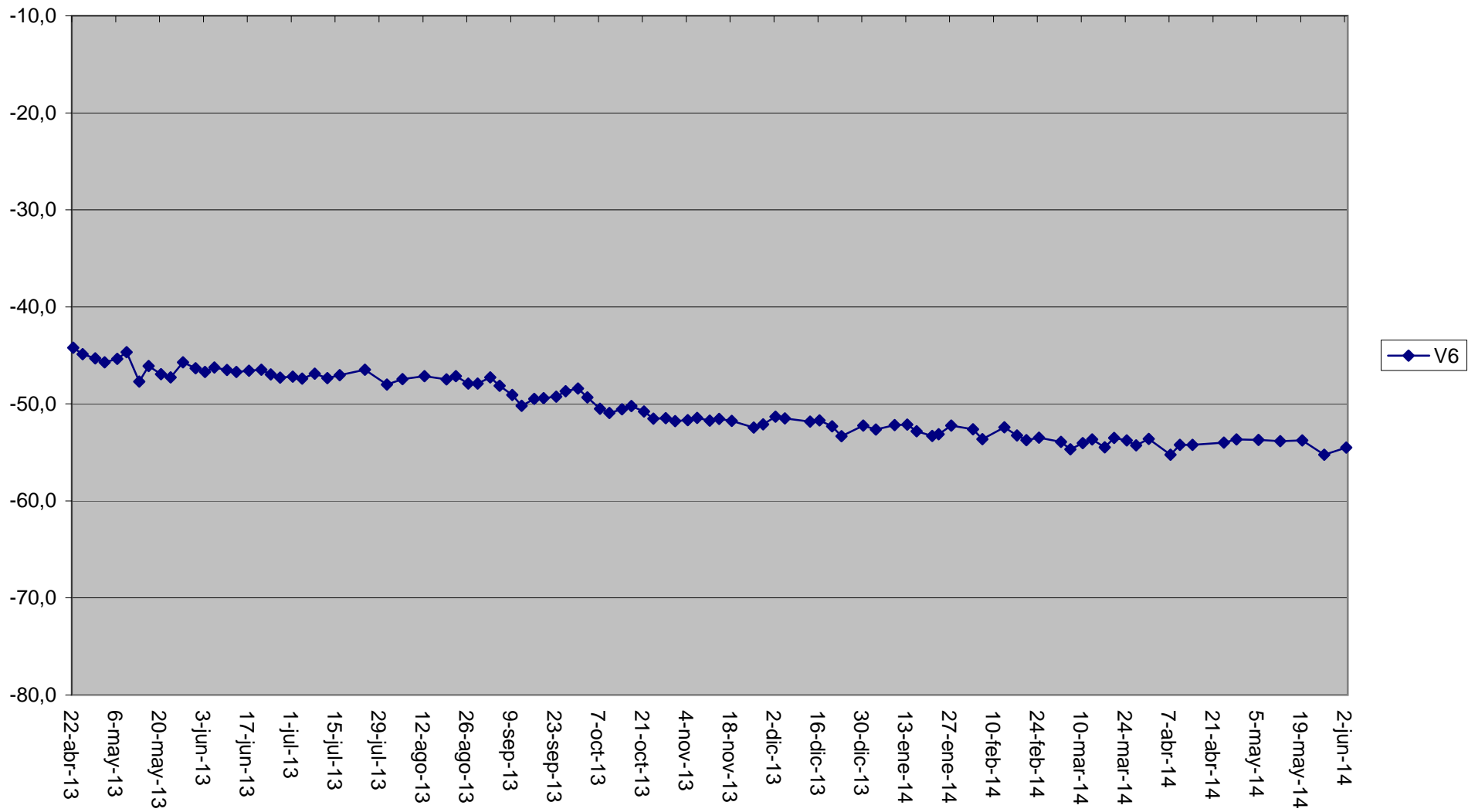
V 4



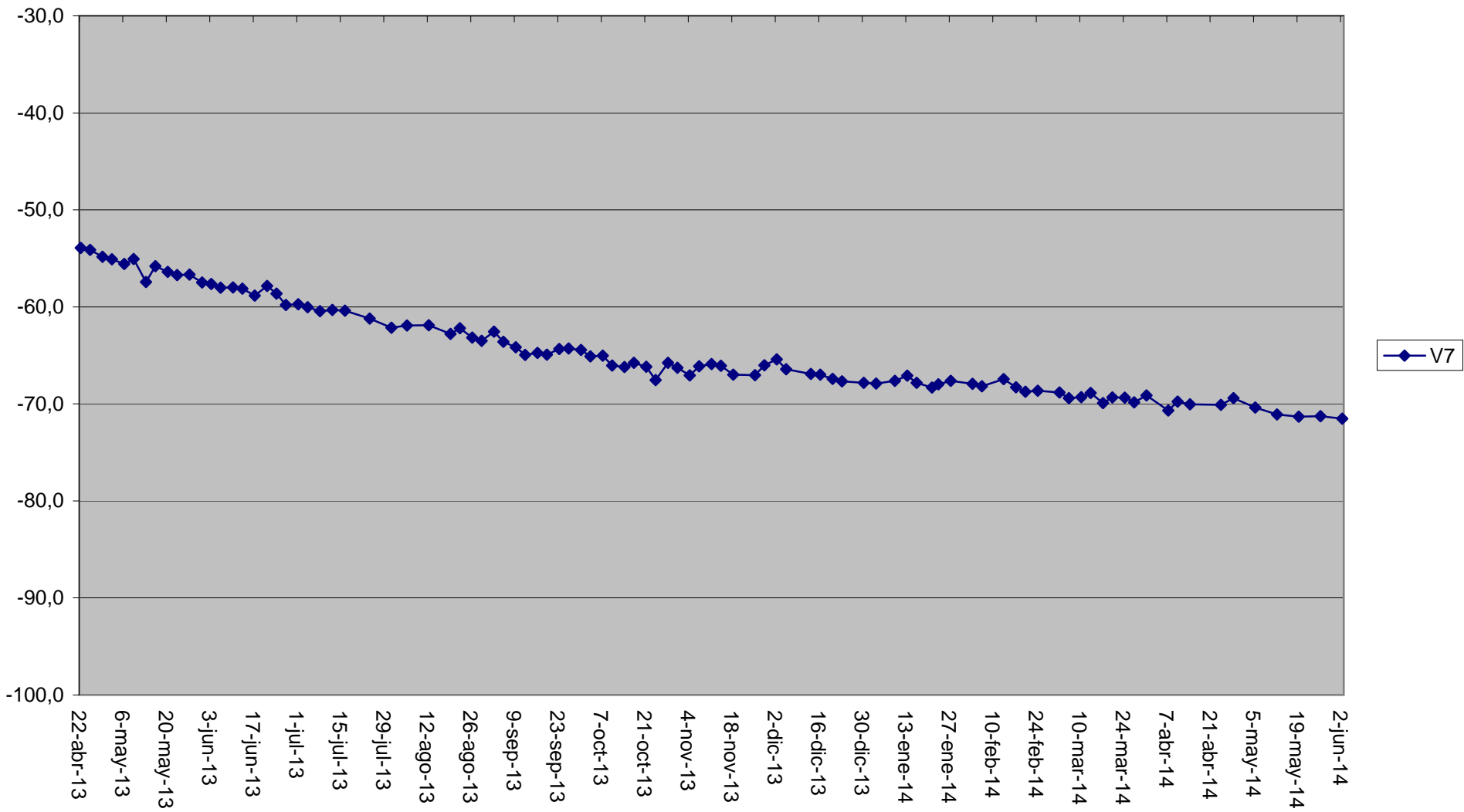
V5



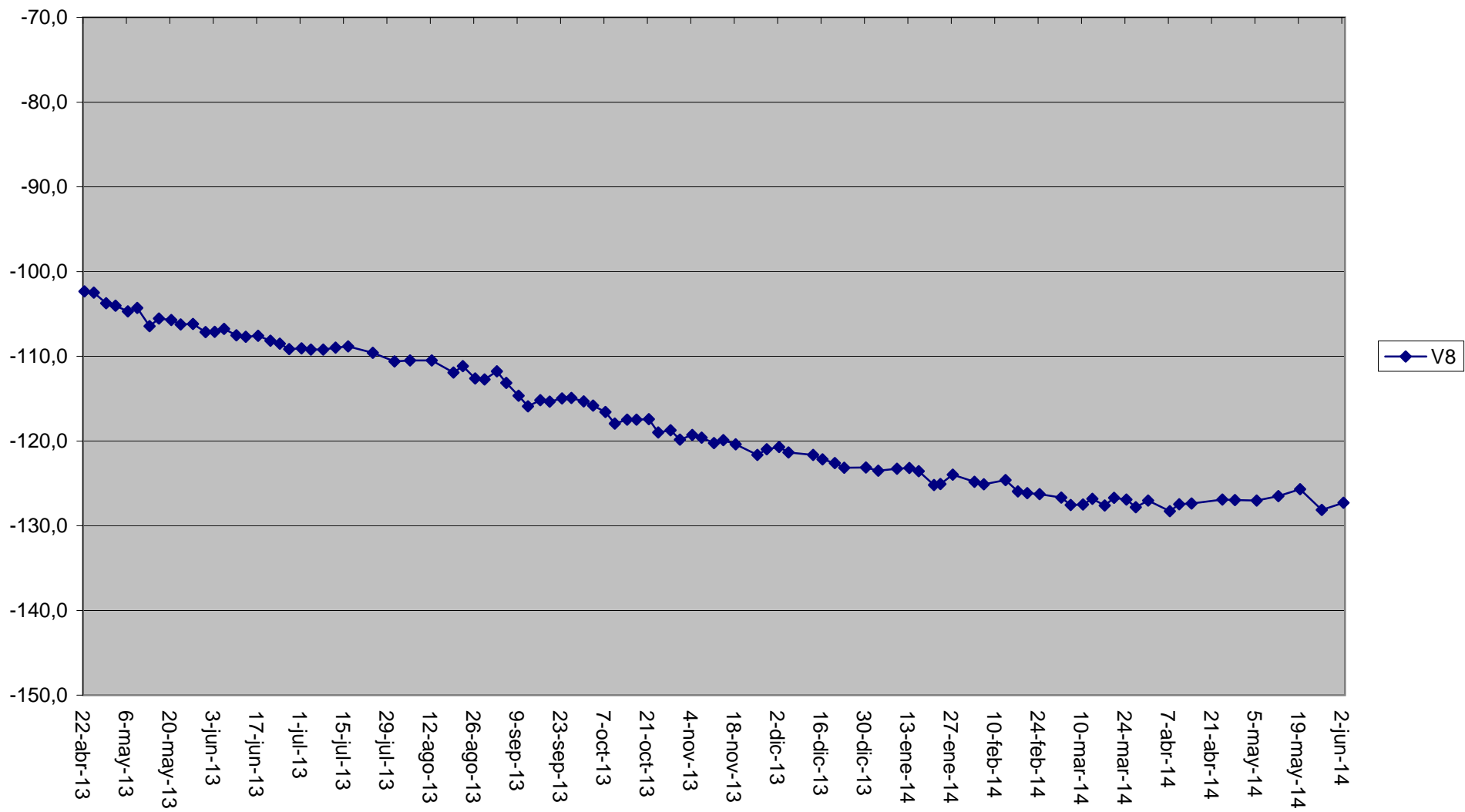
V6



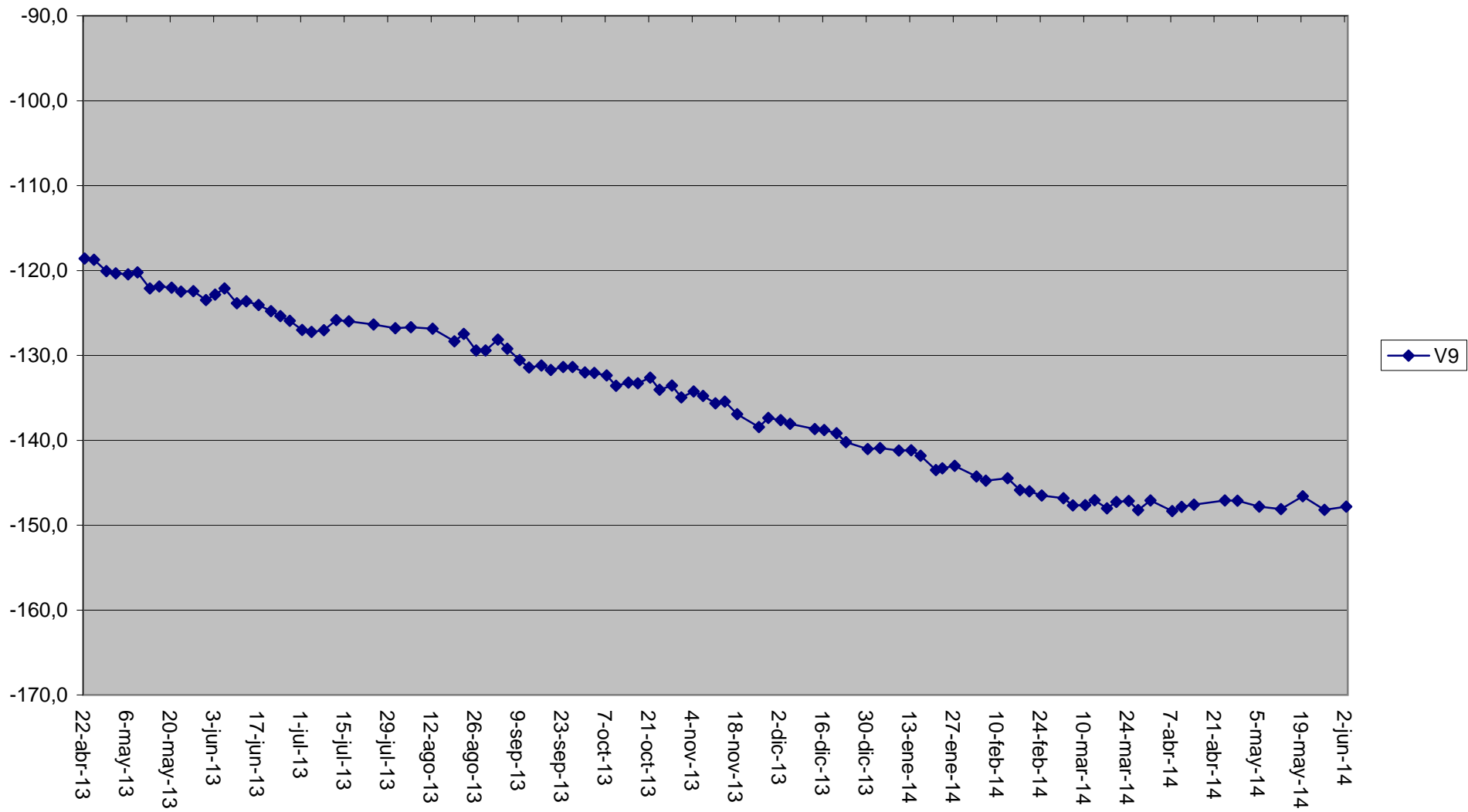
V7



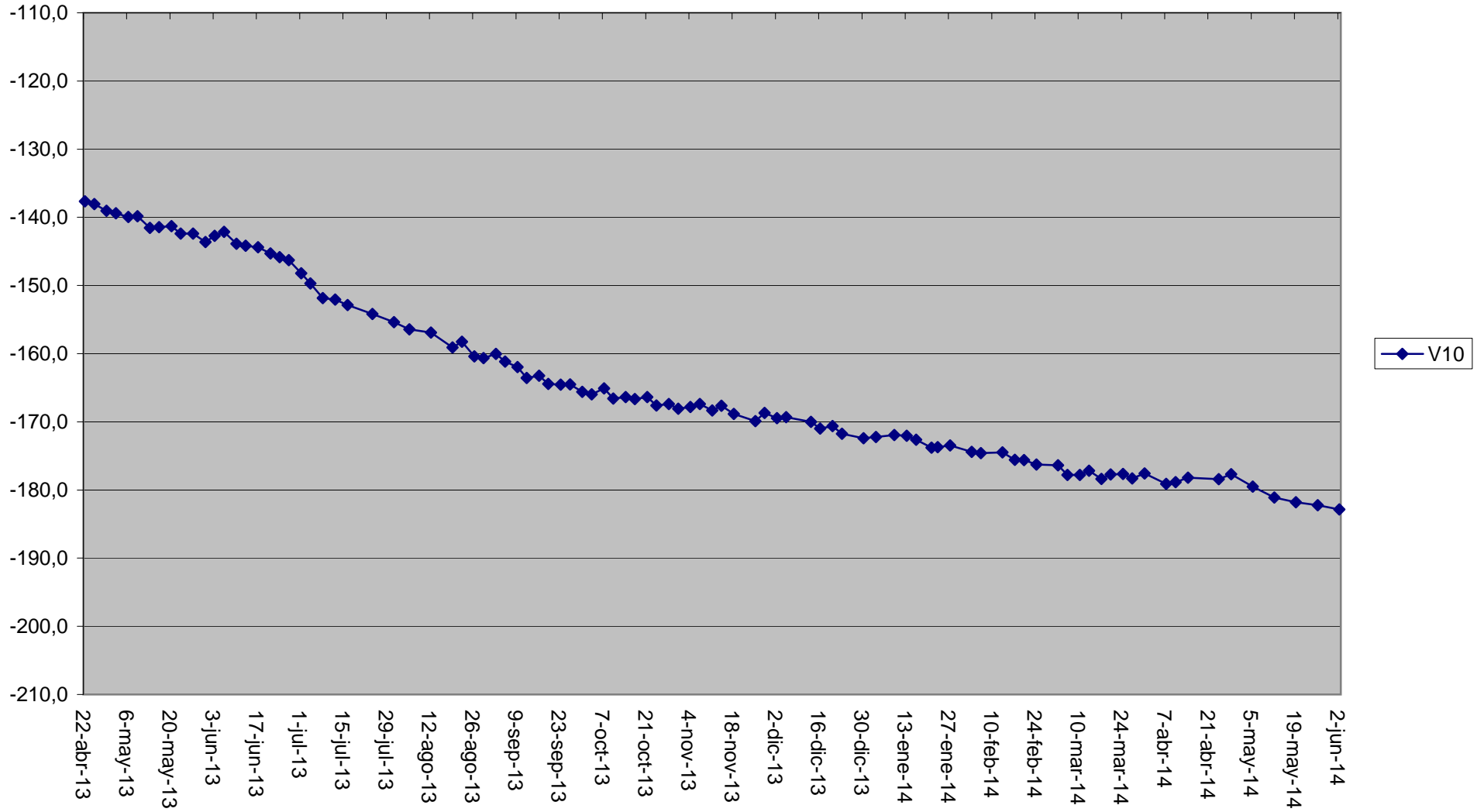
V8



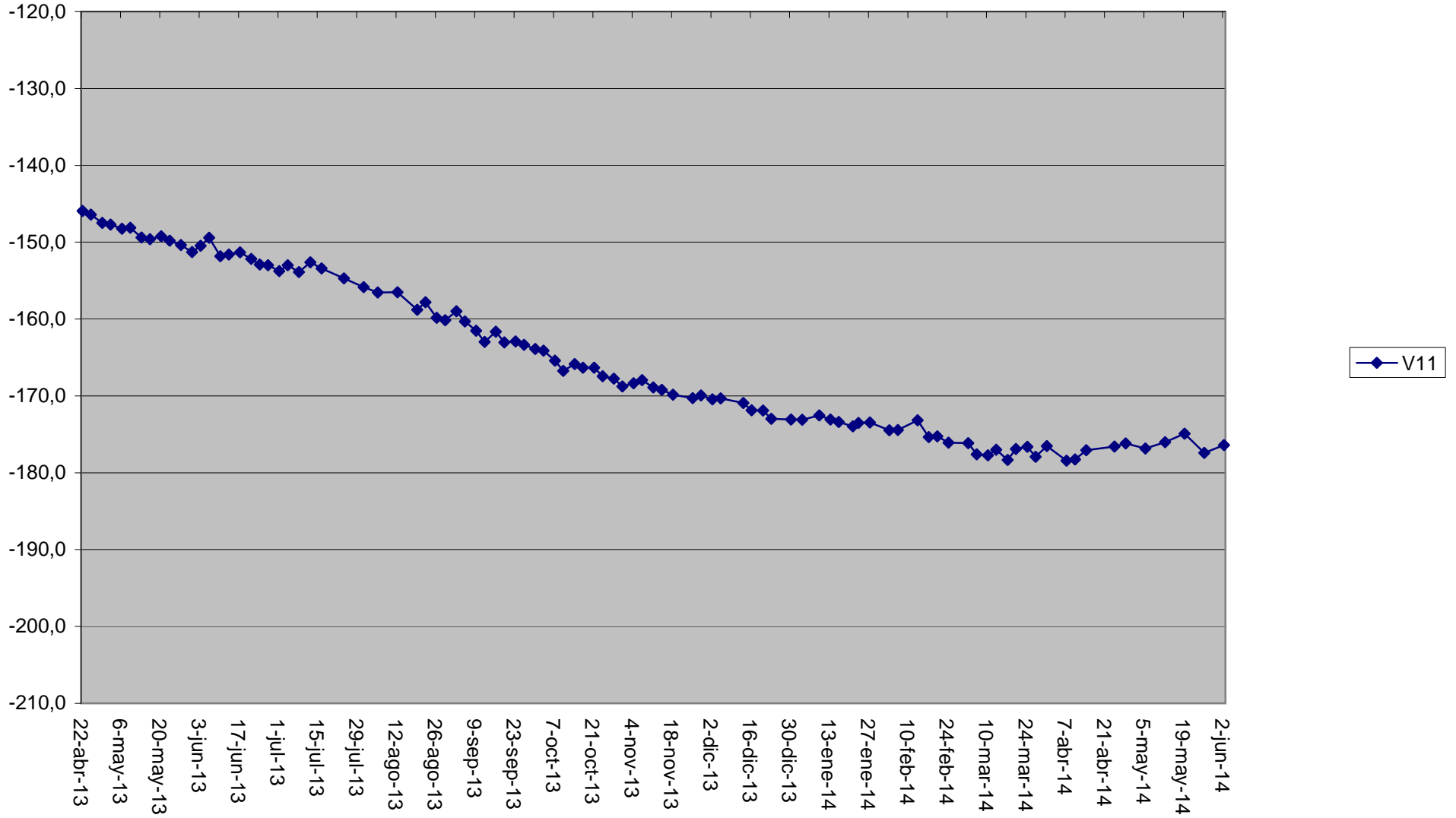
V9



V10

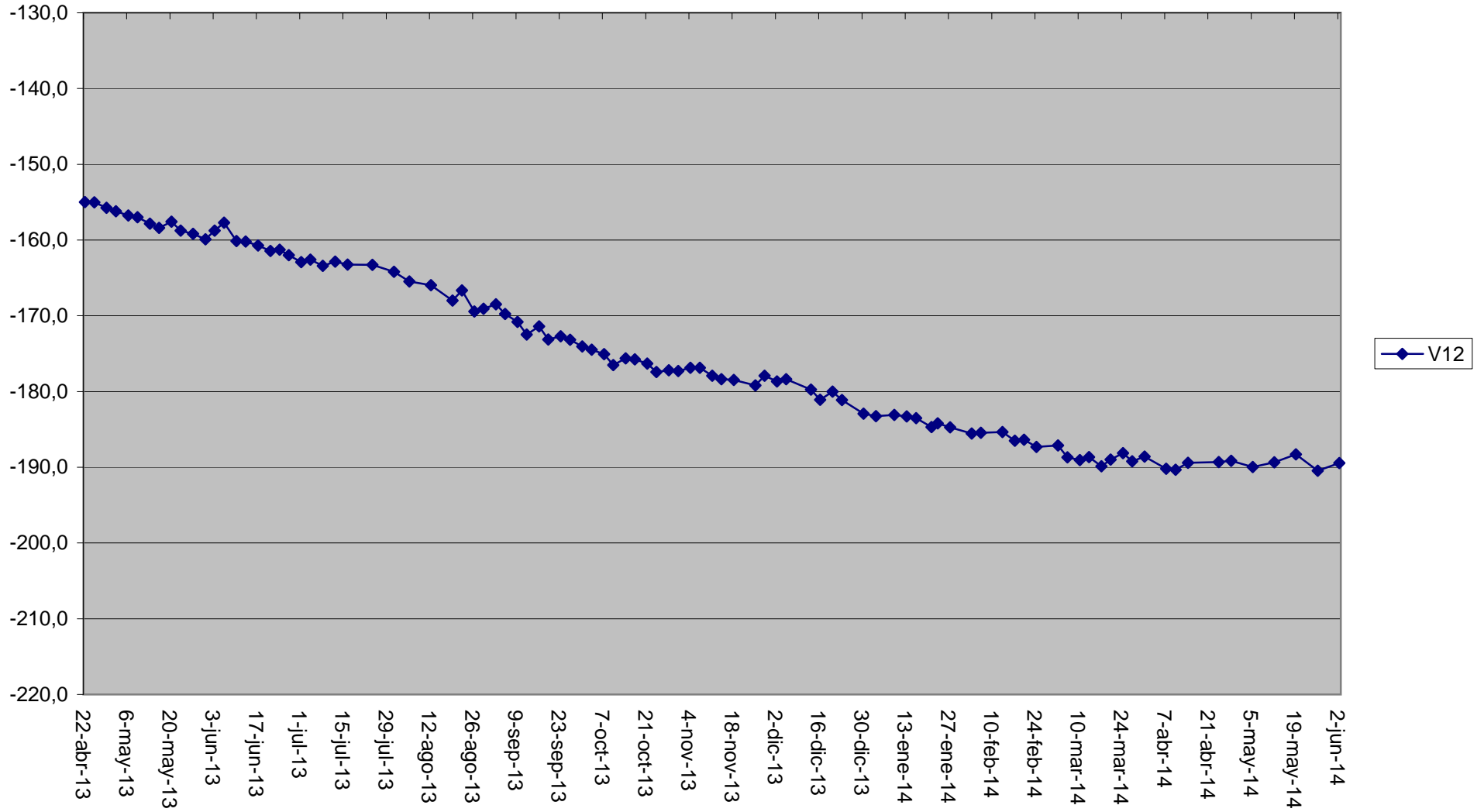


V11

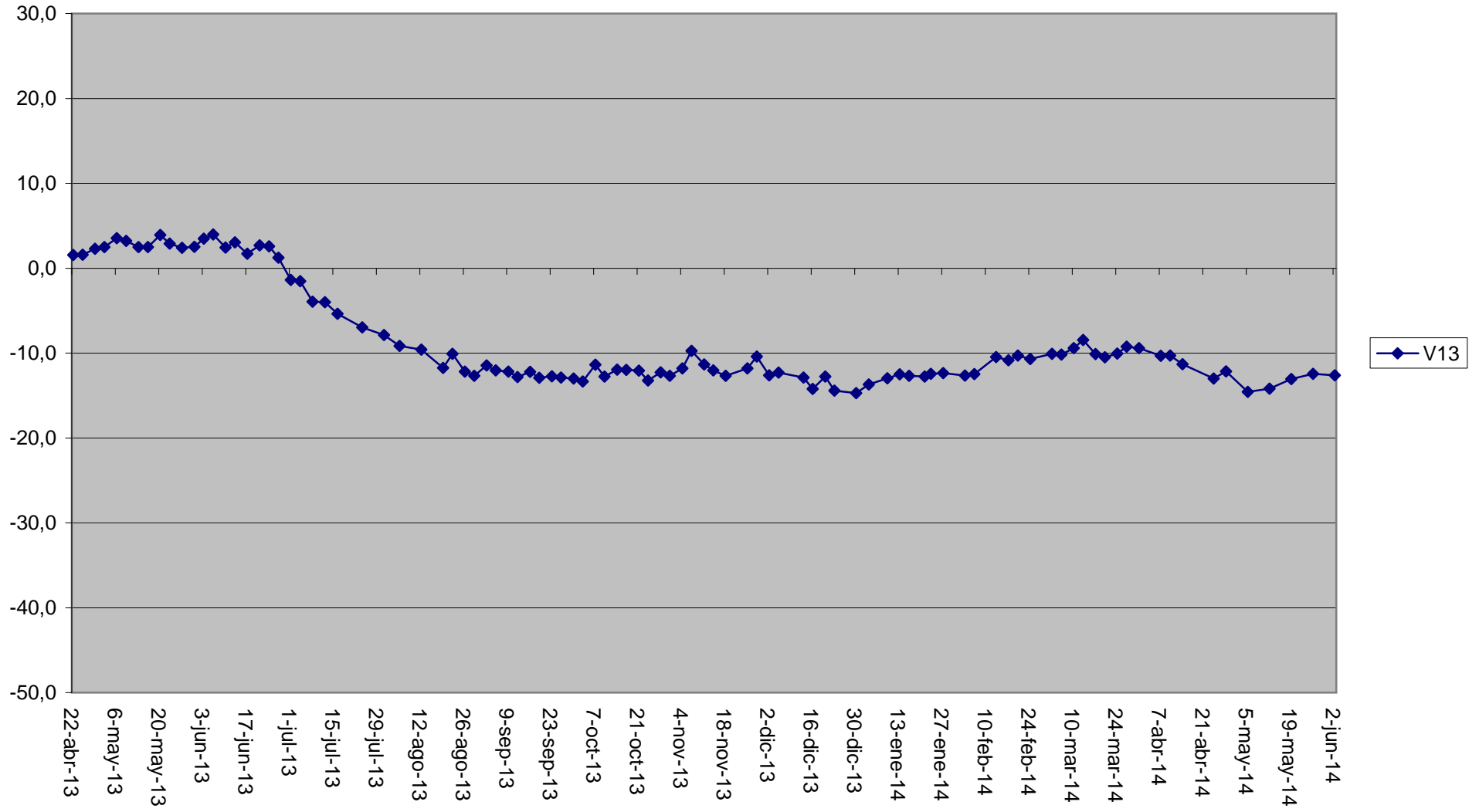




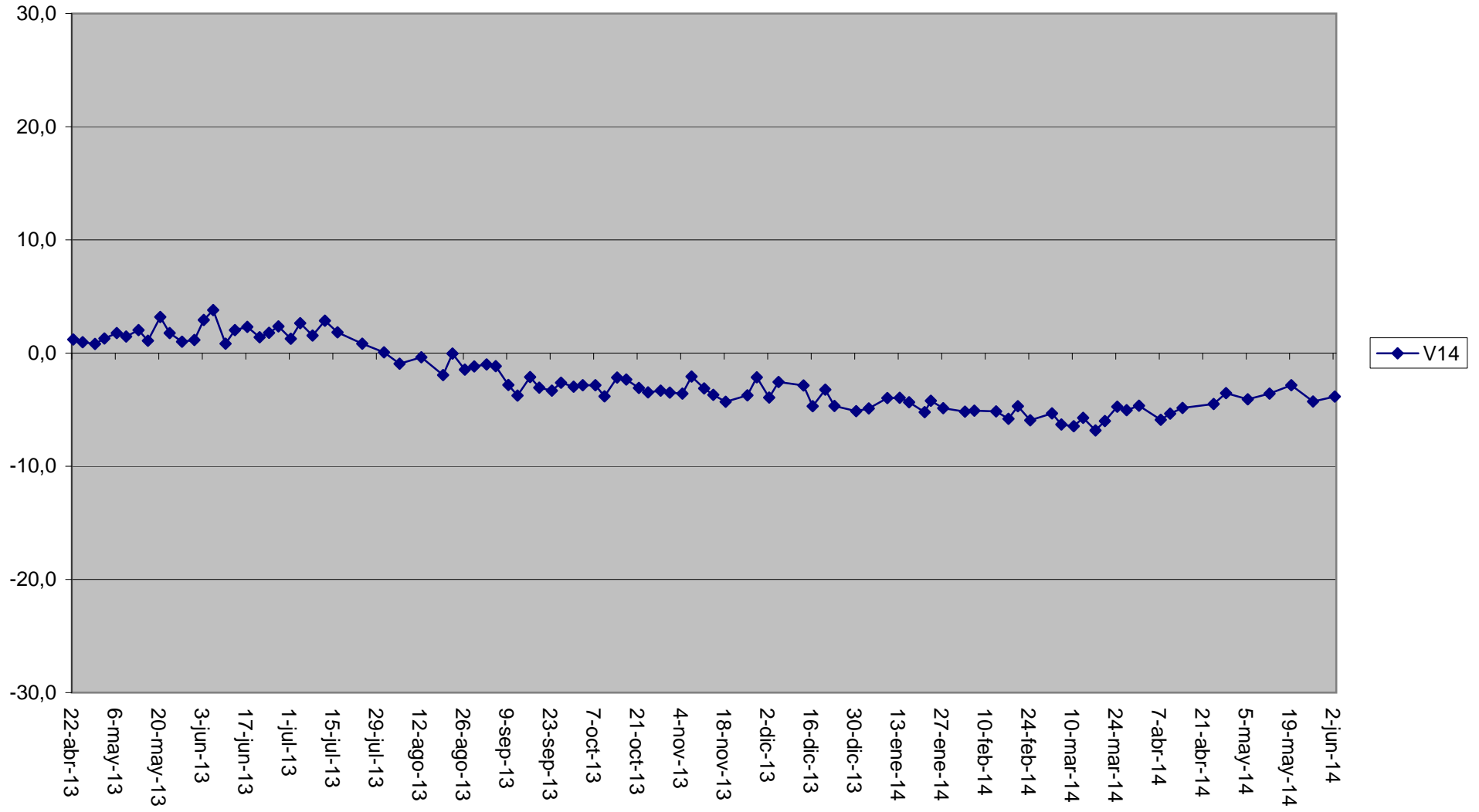
V12



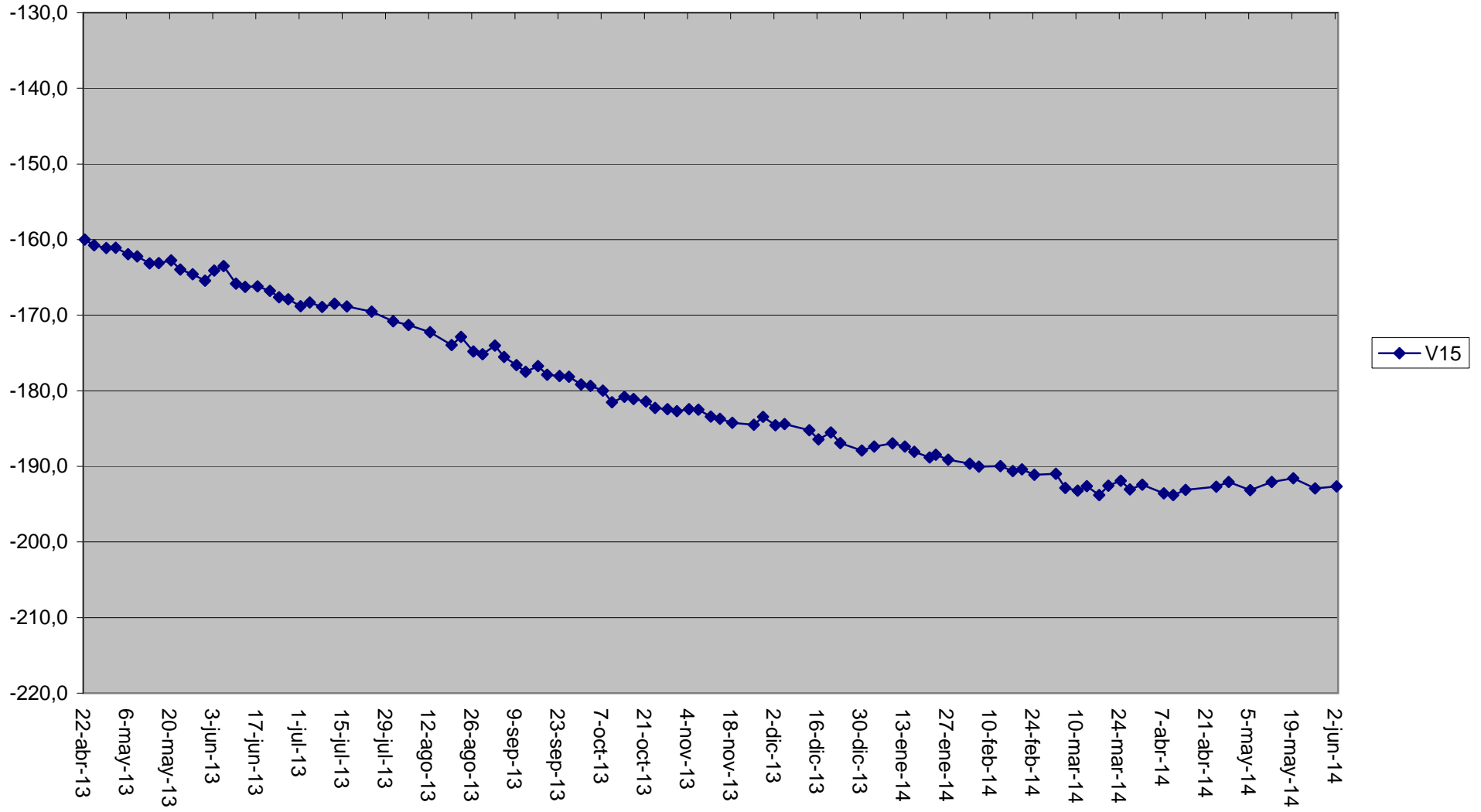
V13



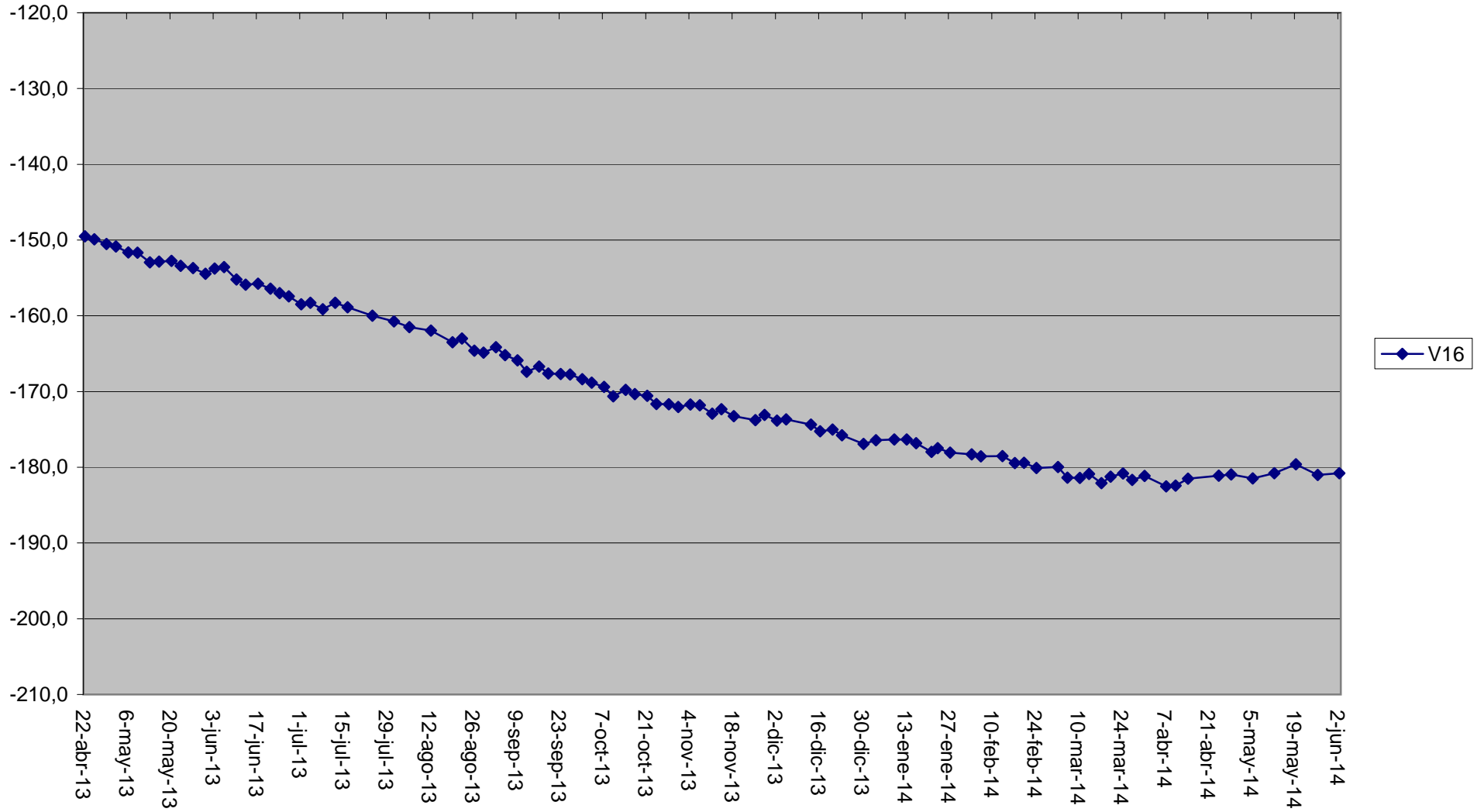
V14



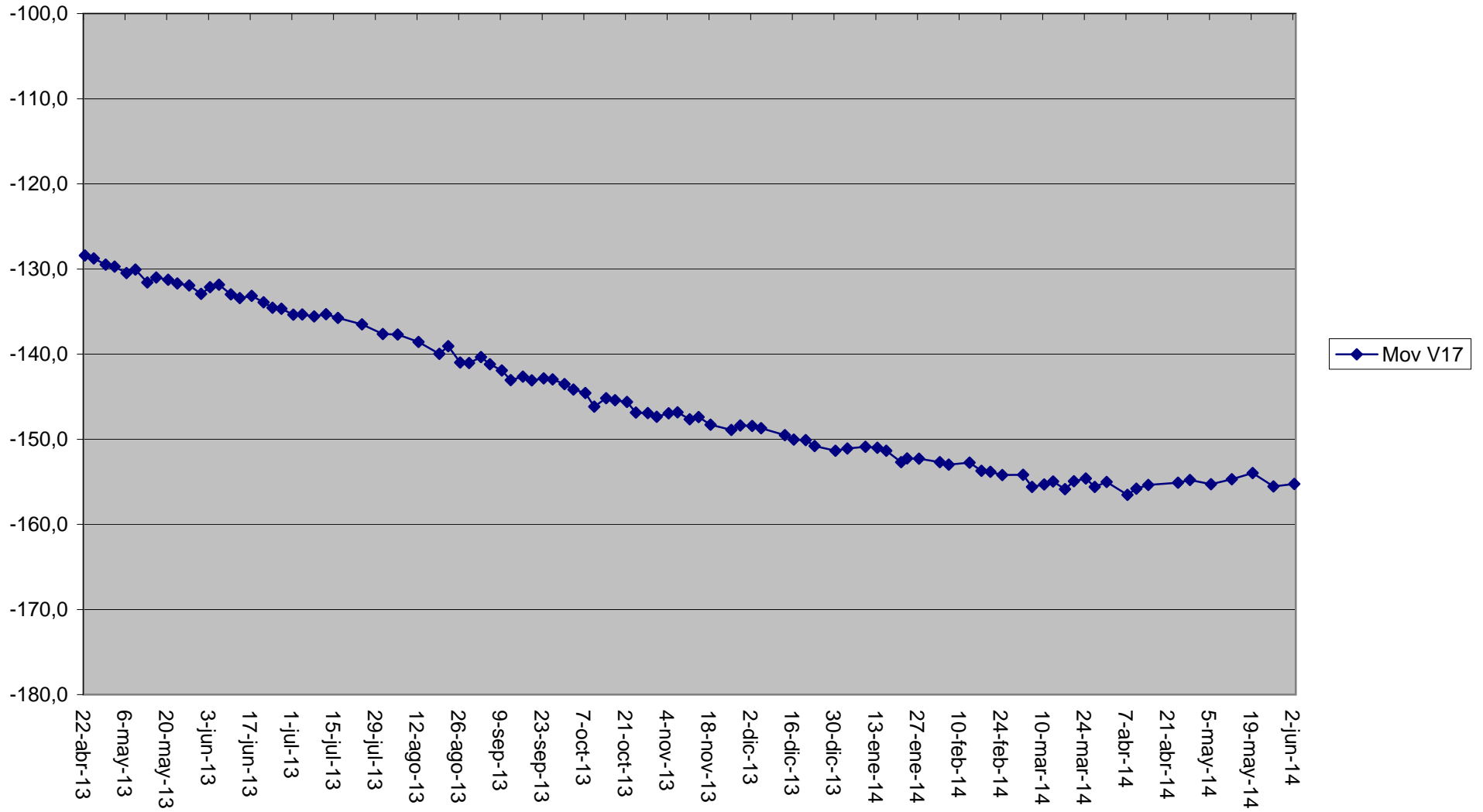
V15



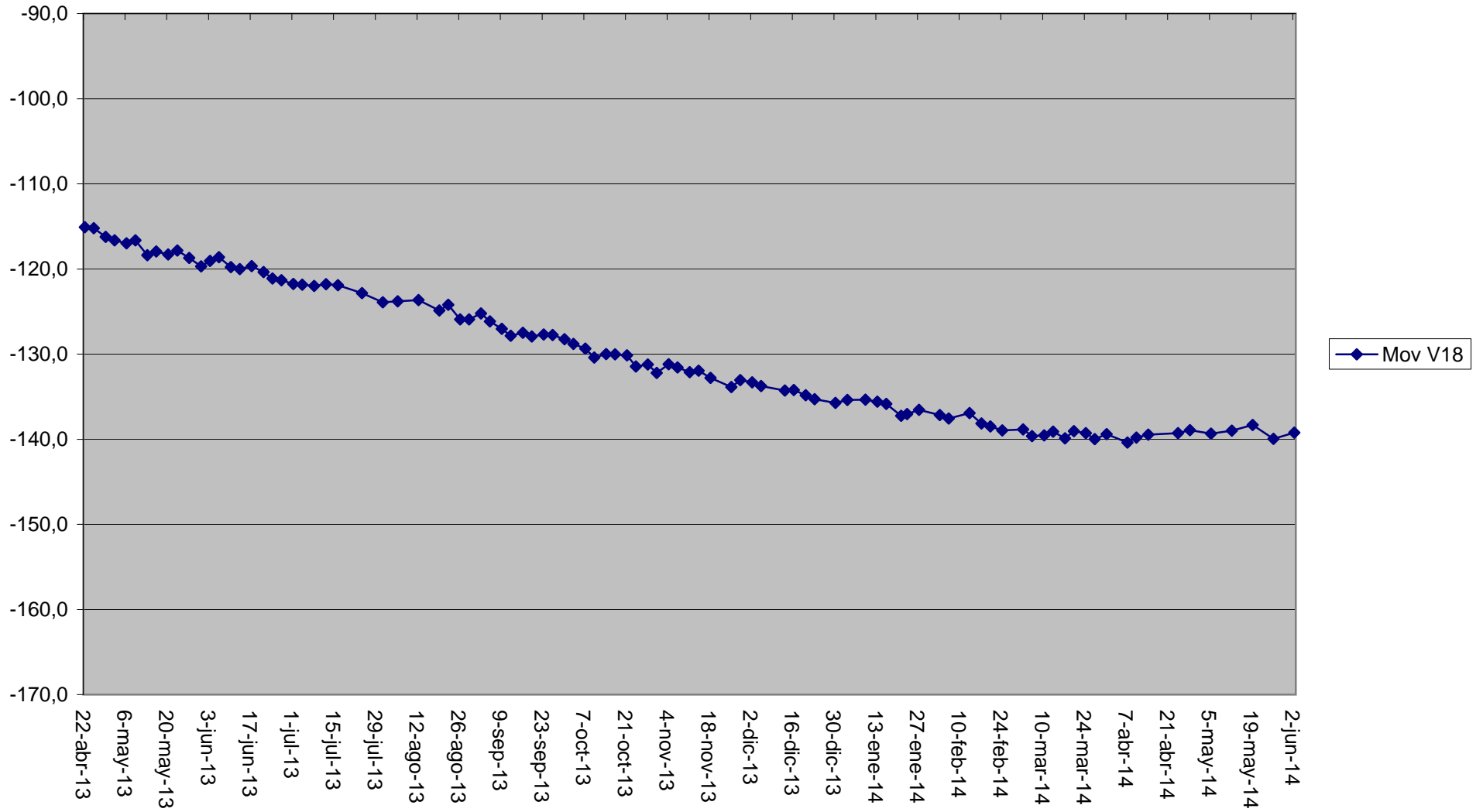
V16



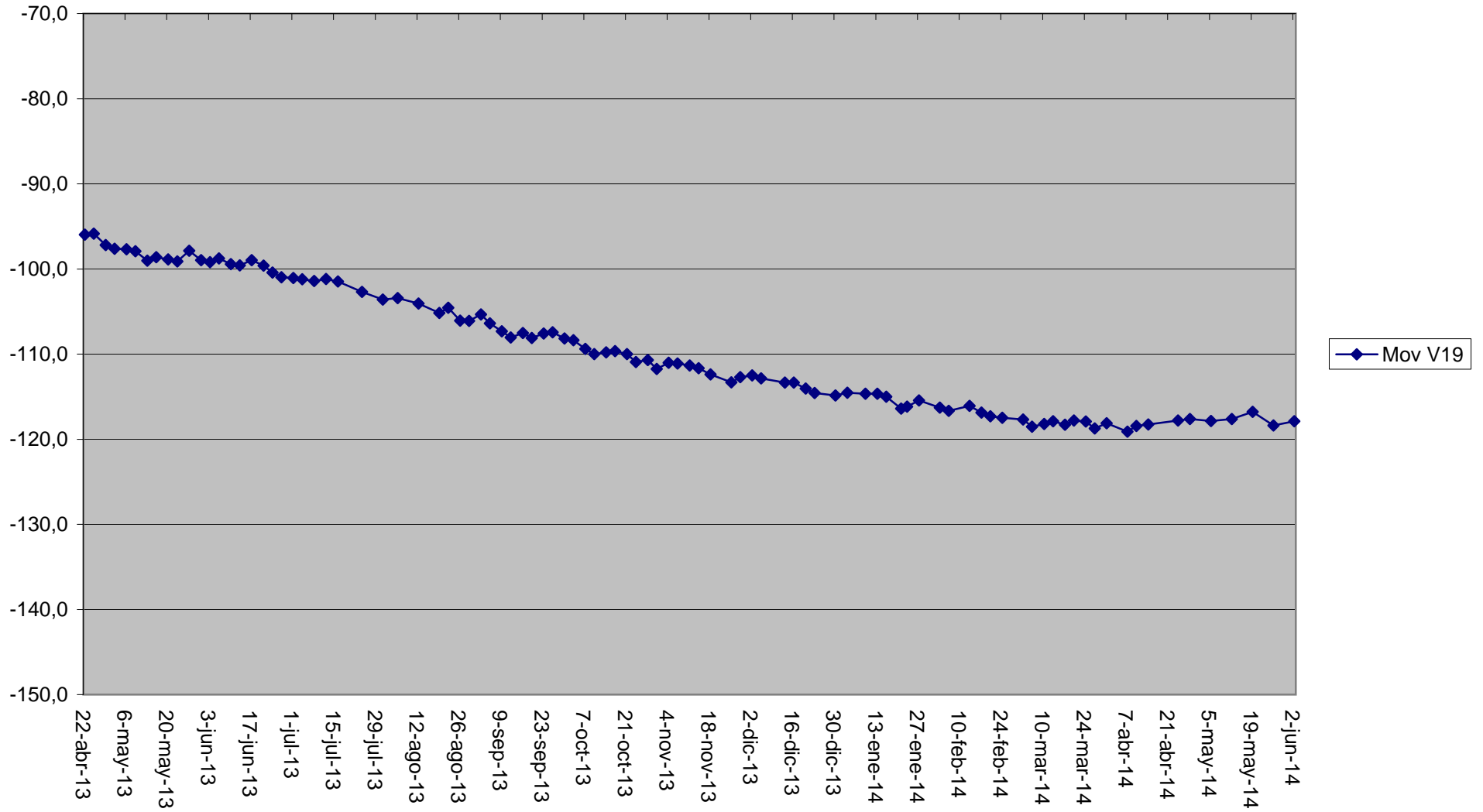
Mov V17



Mov V18

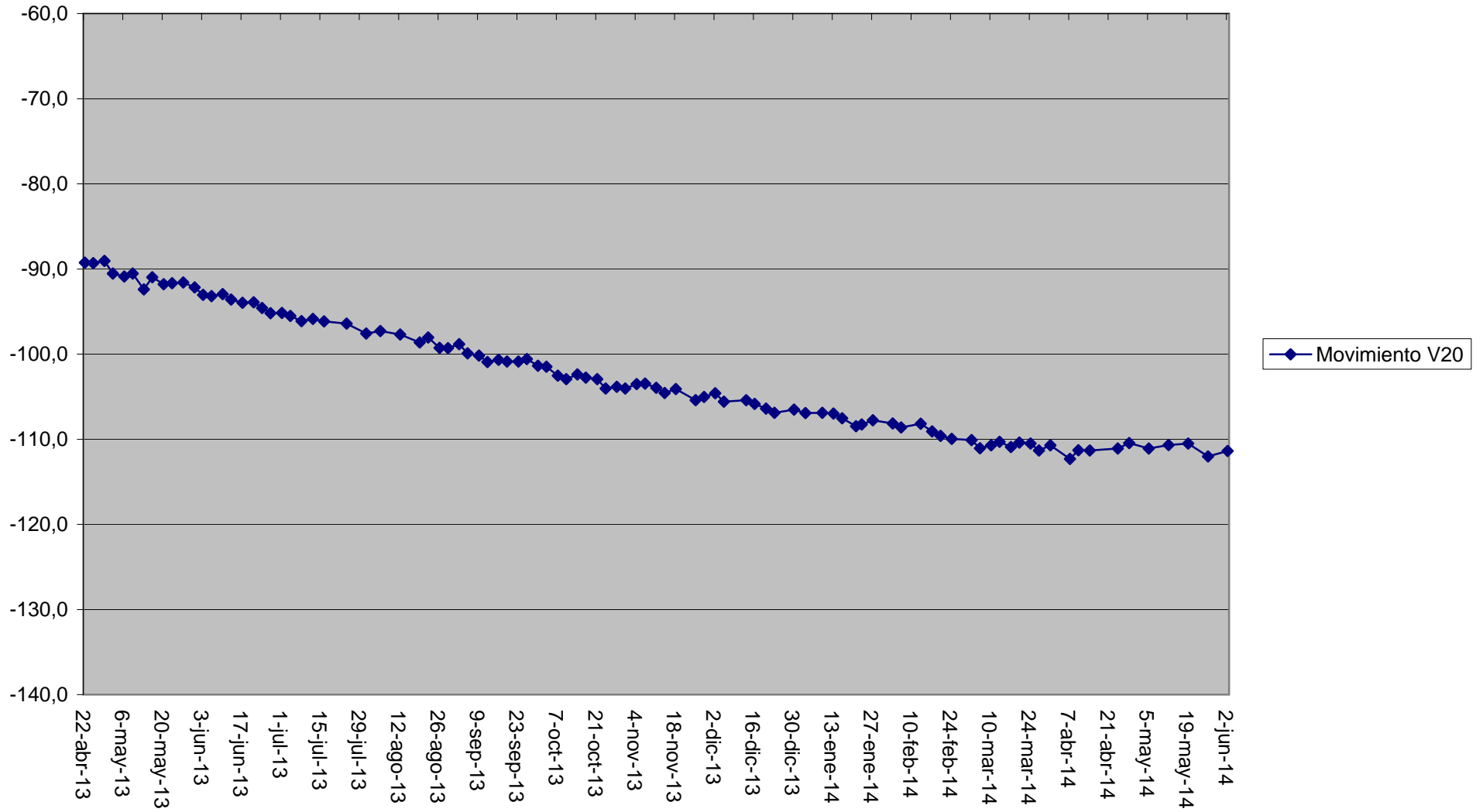


Mov V19

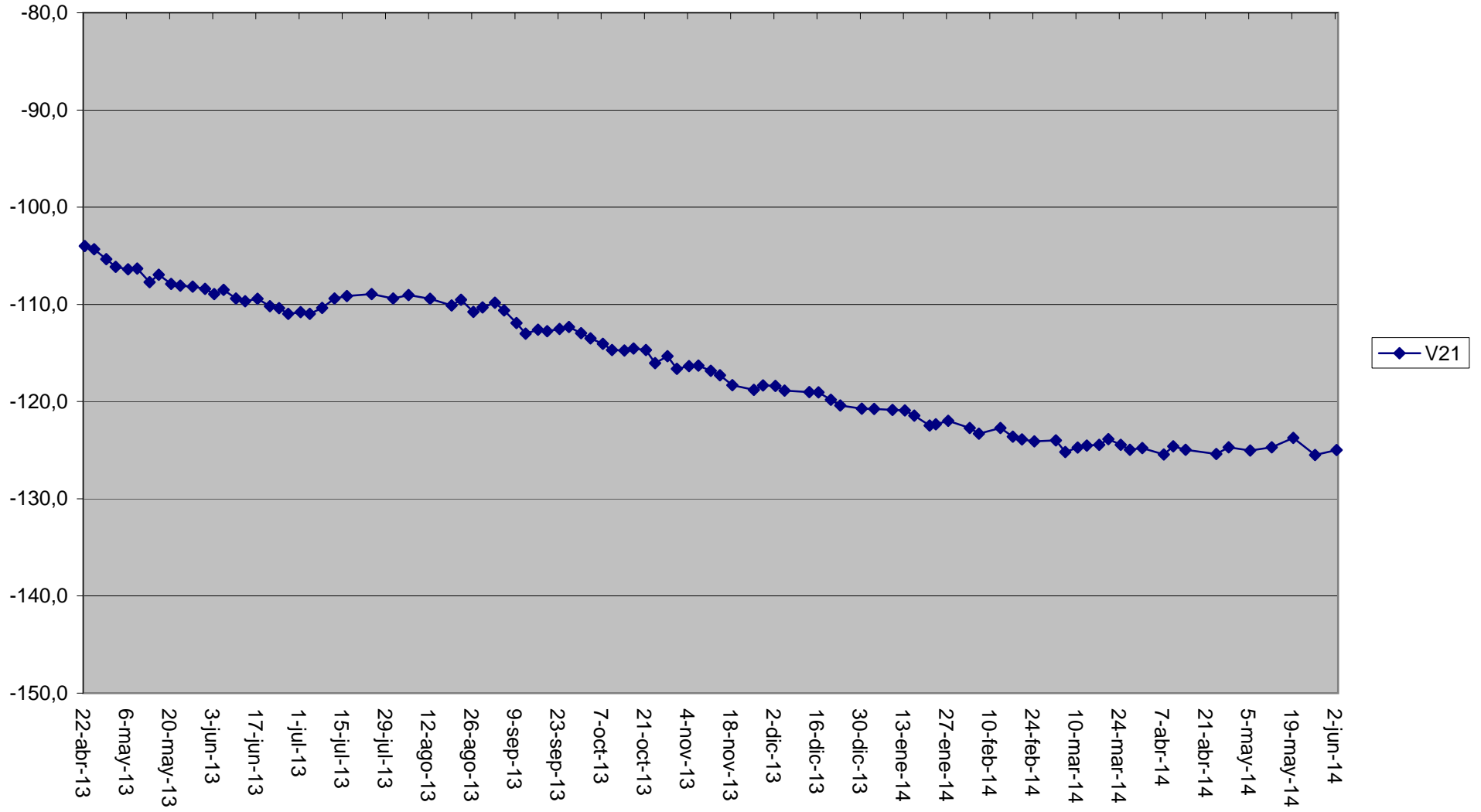




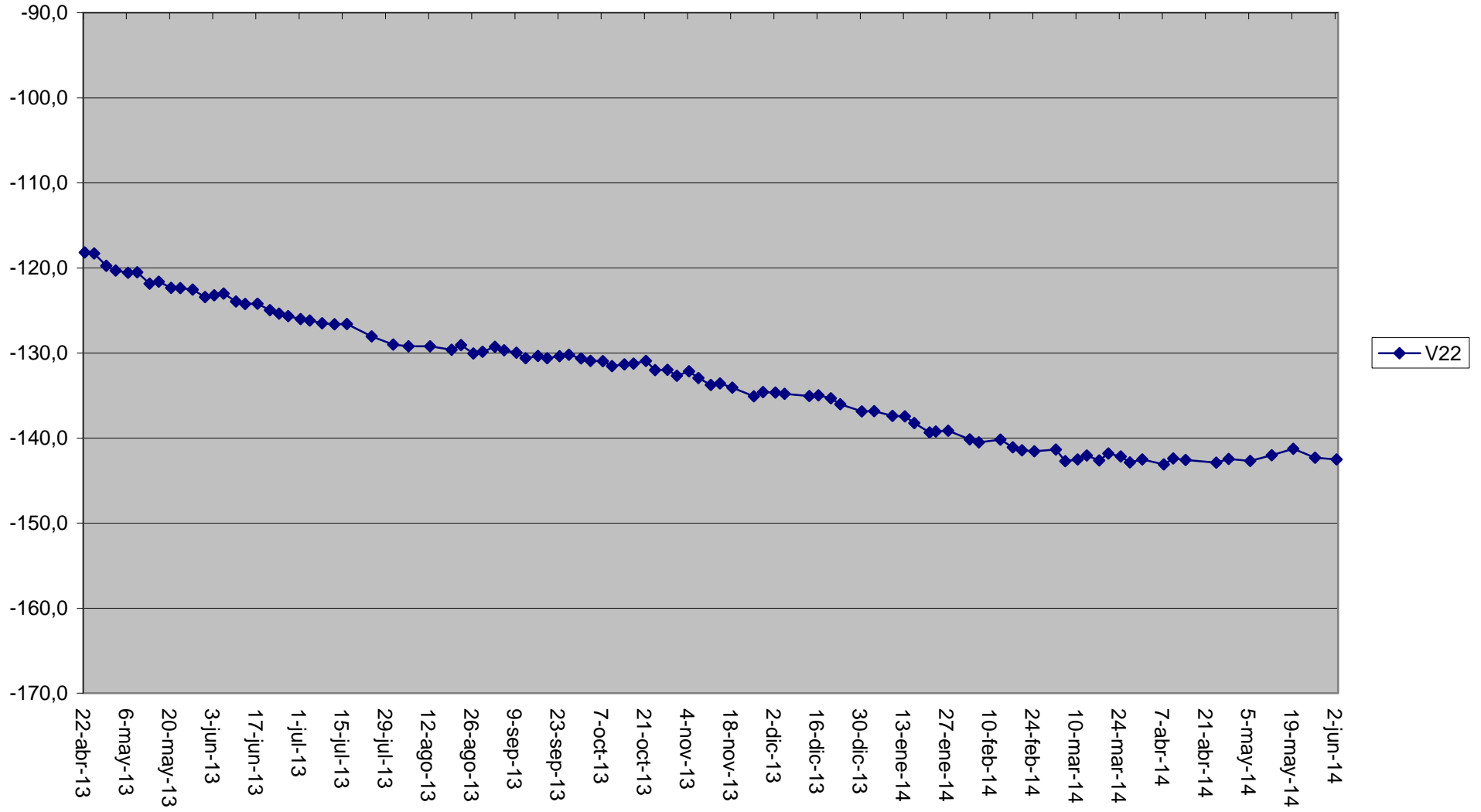
Movimiento V20



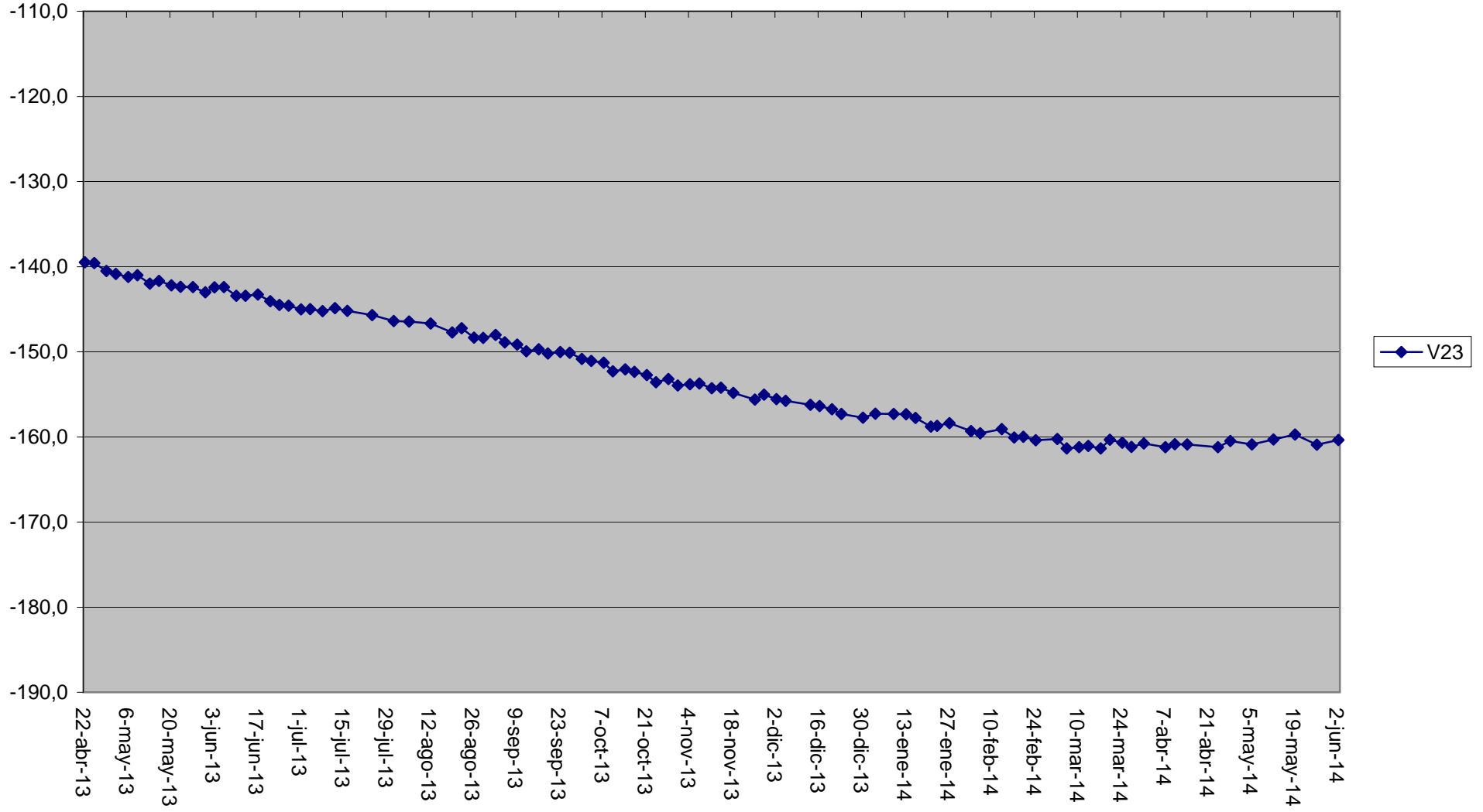
V21



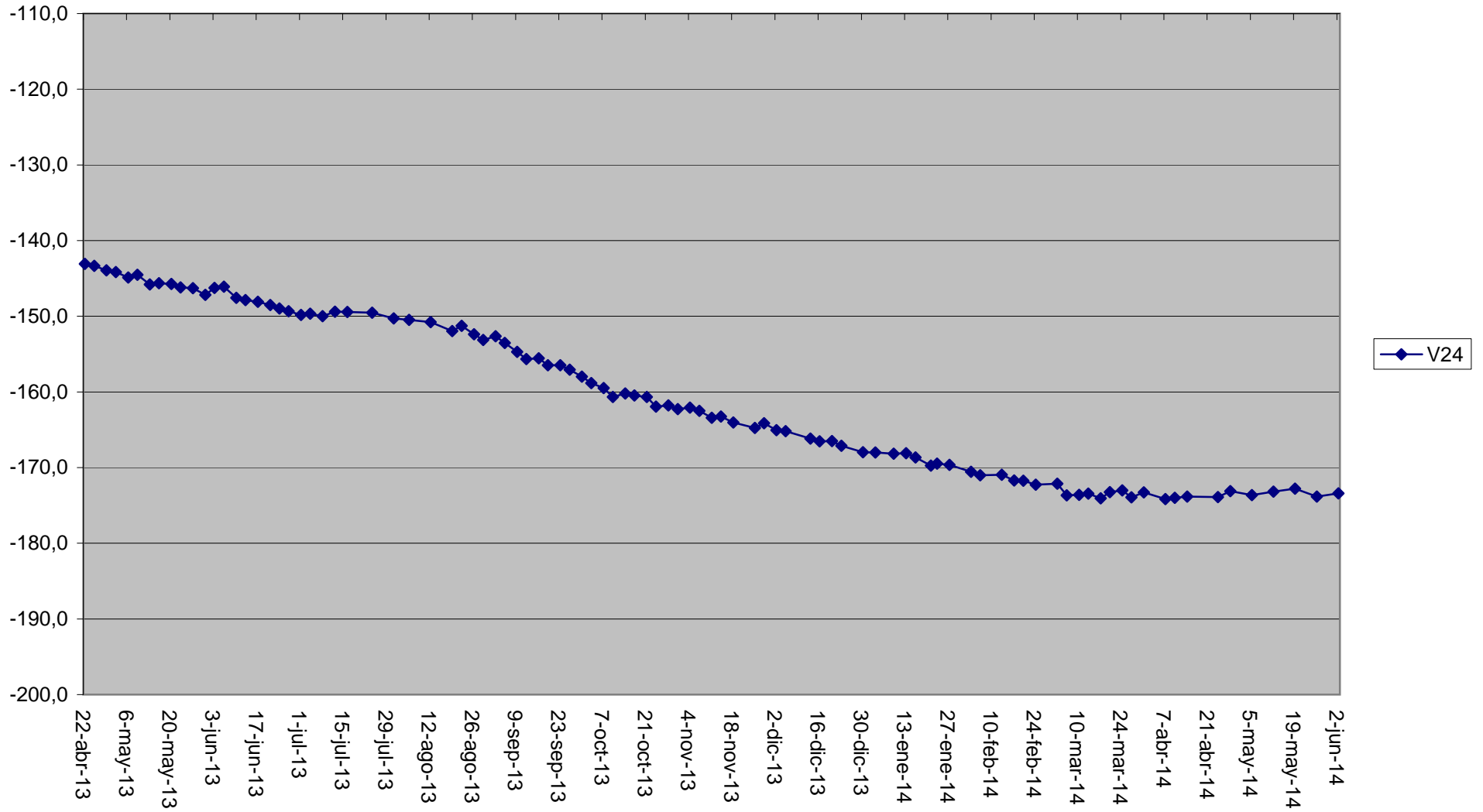
V22



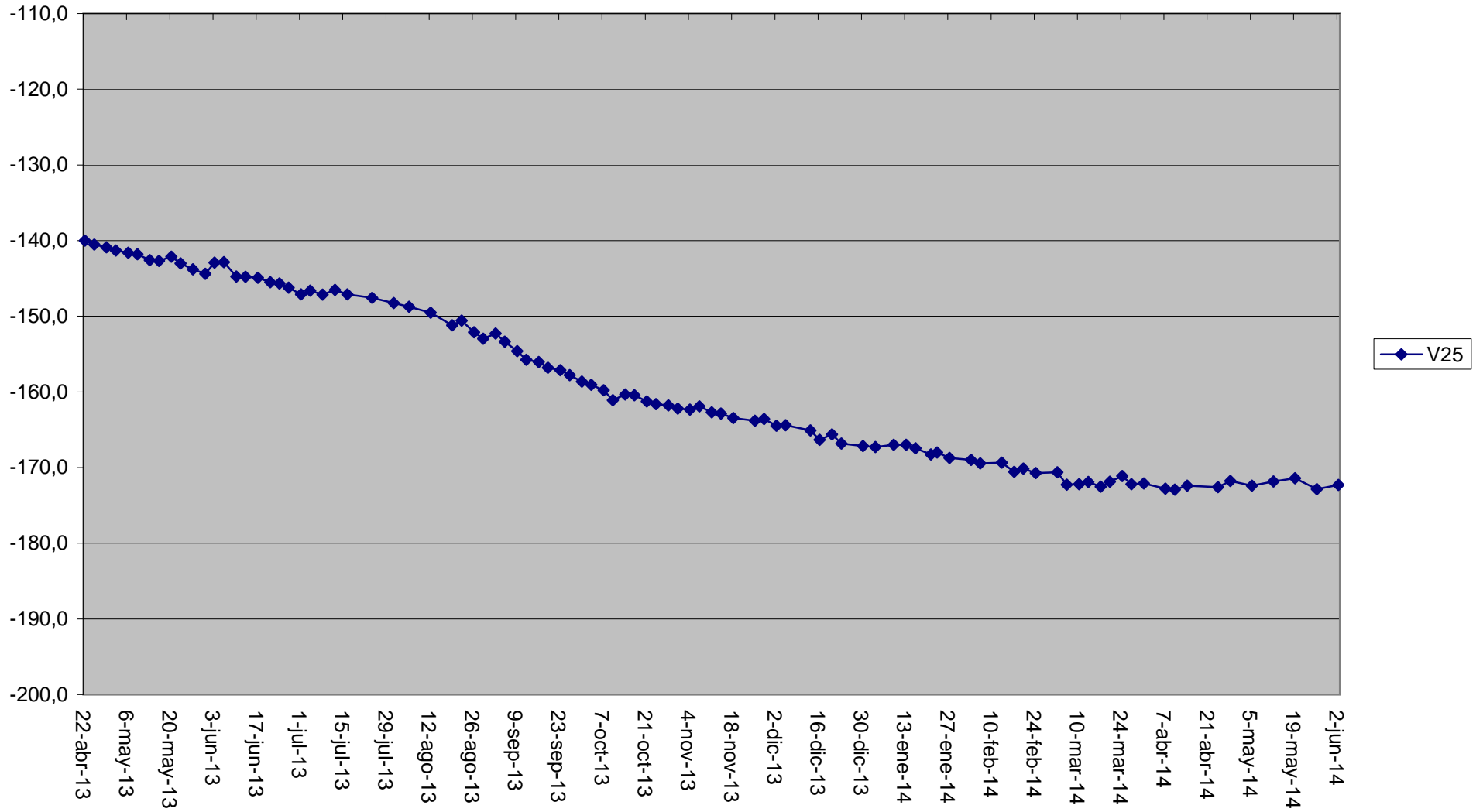
V23



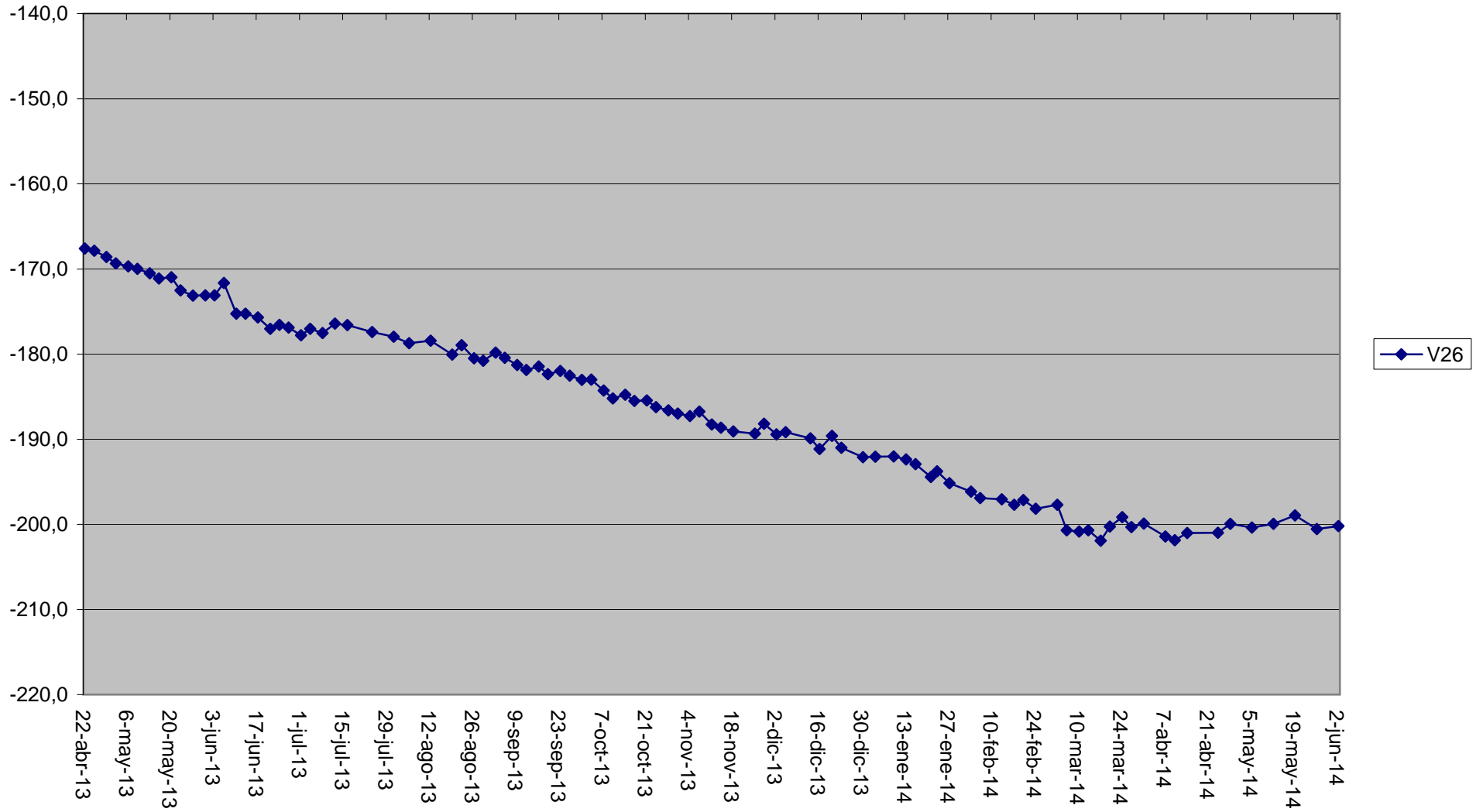
V24



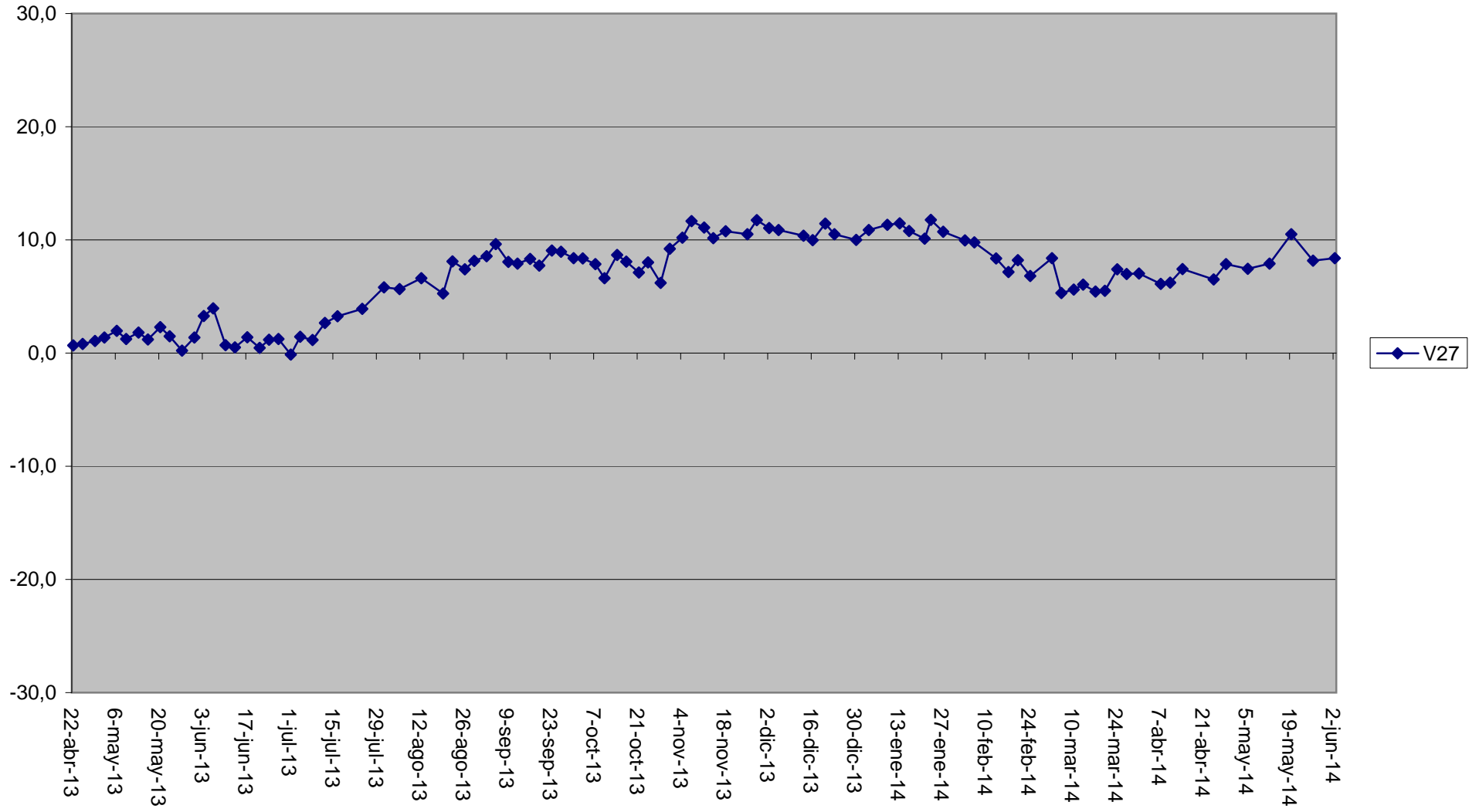
V25



V26

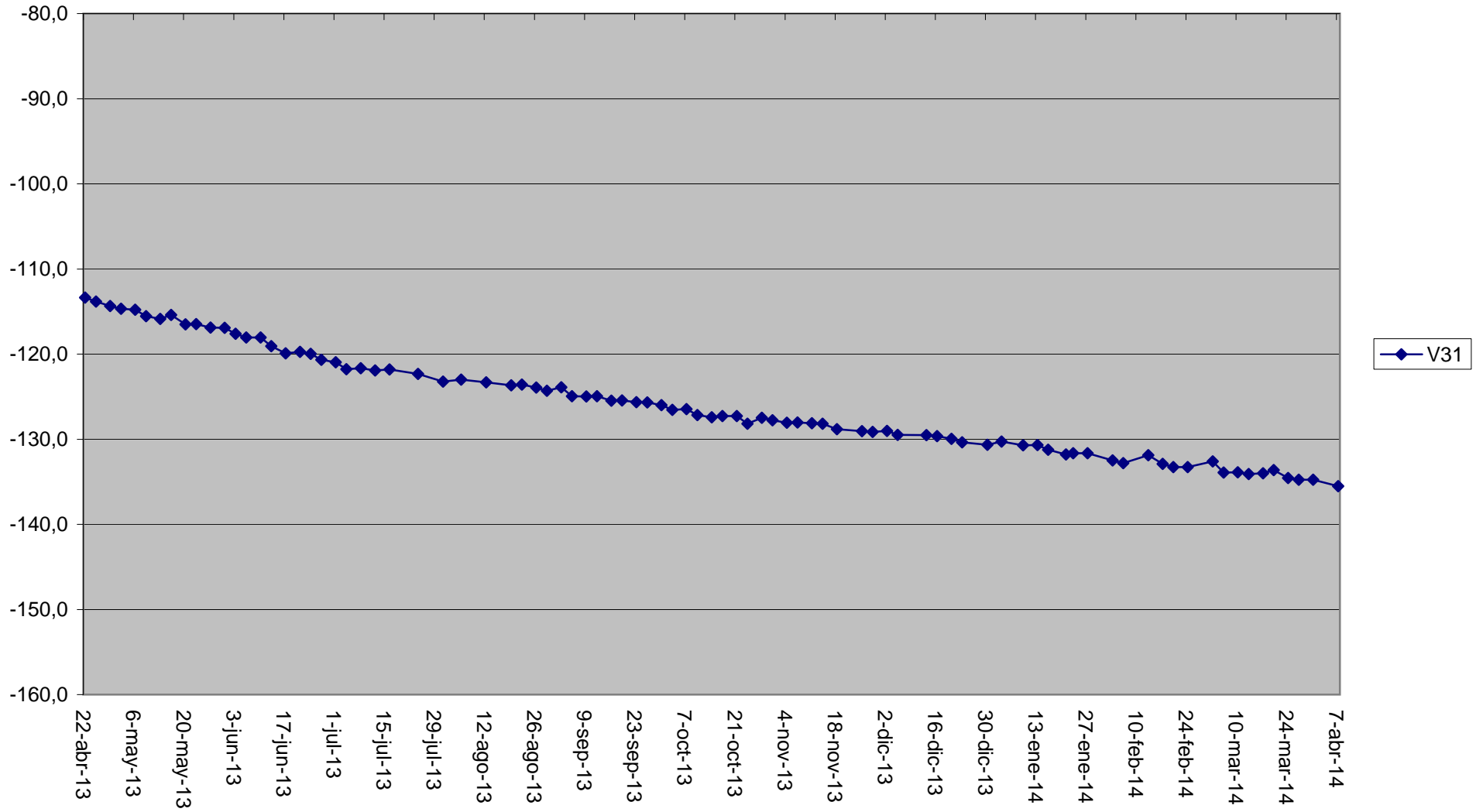


V27

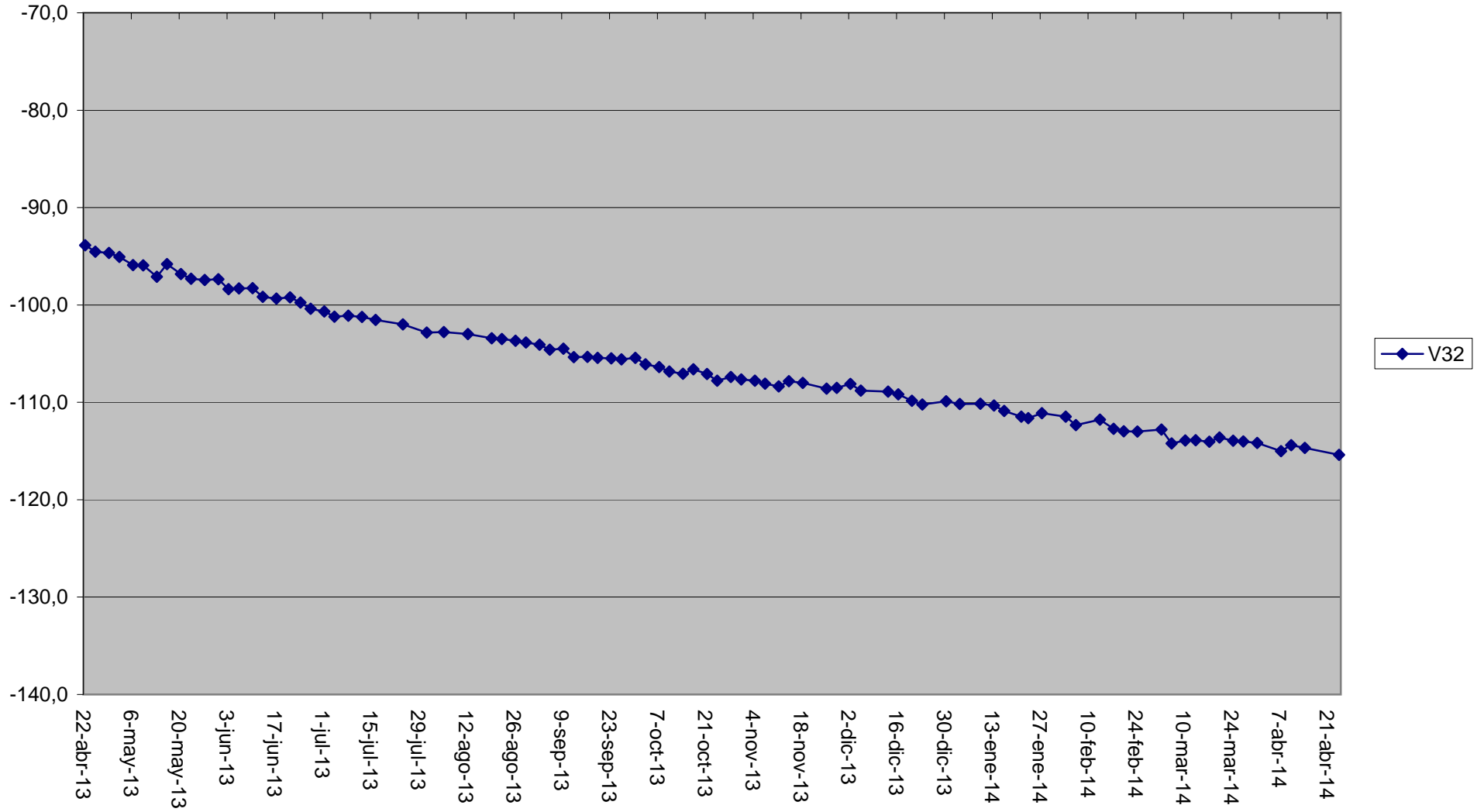




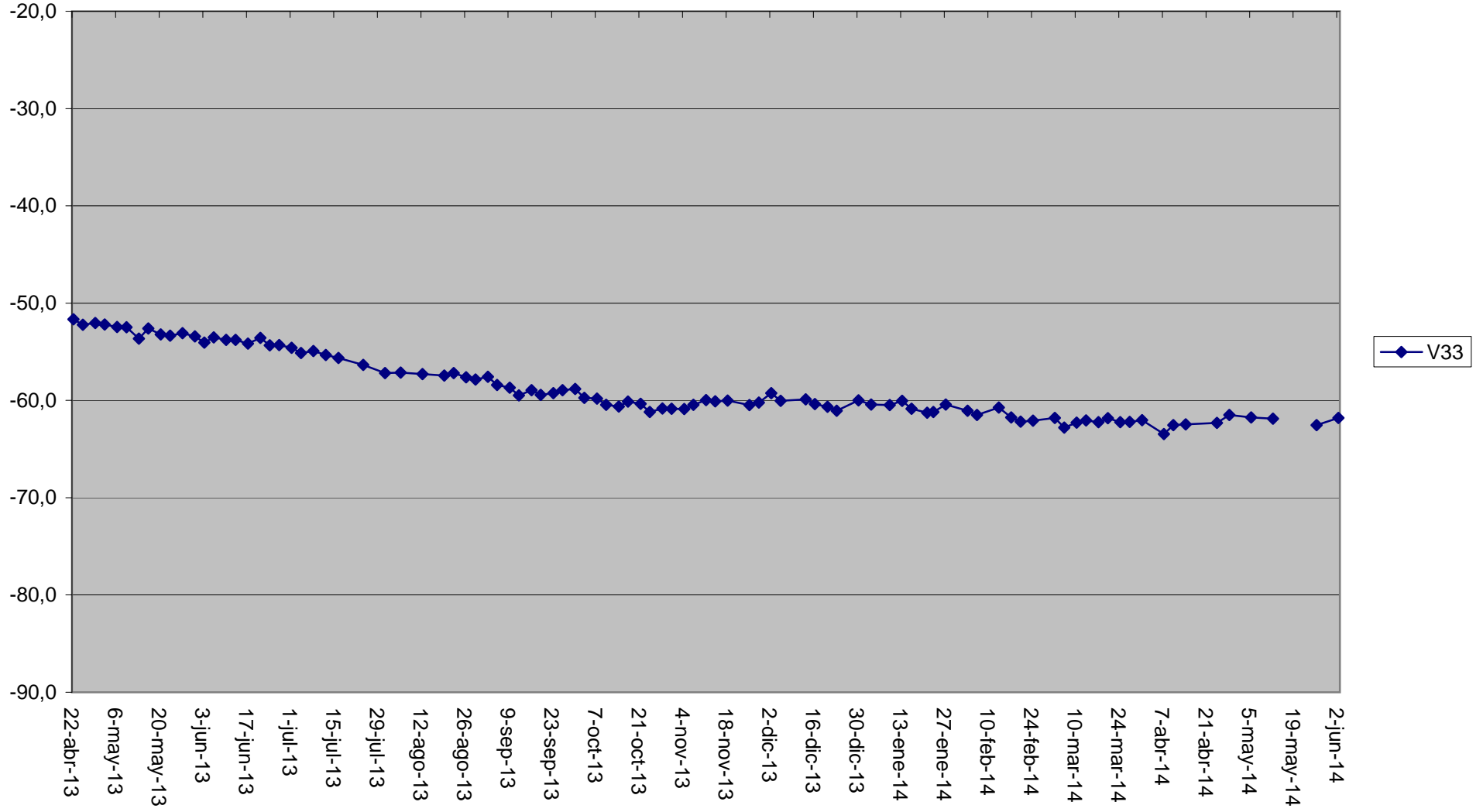
V31



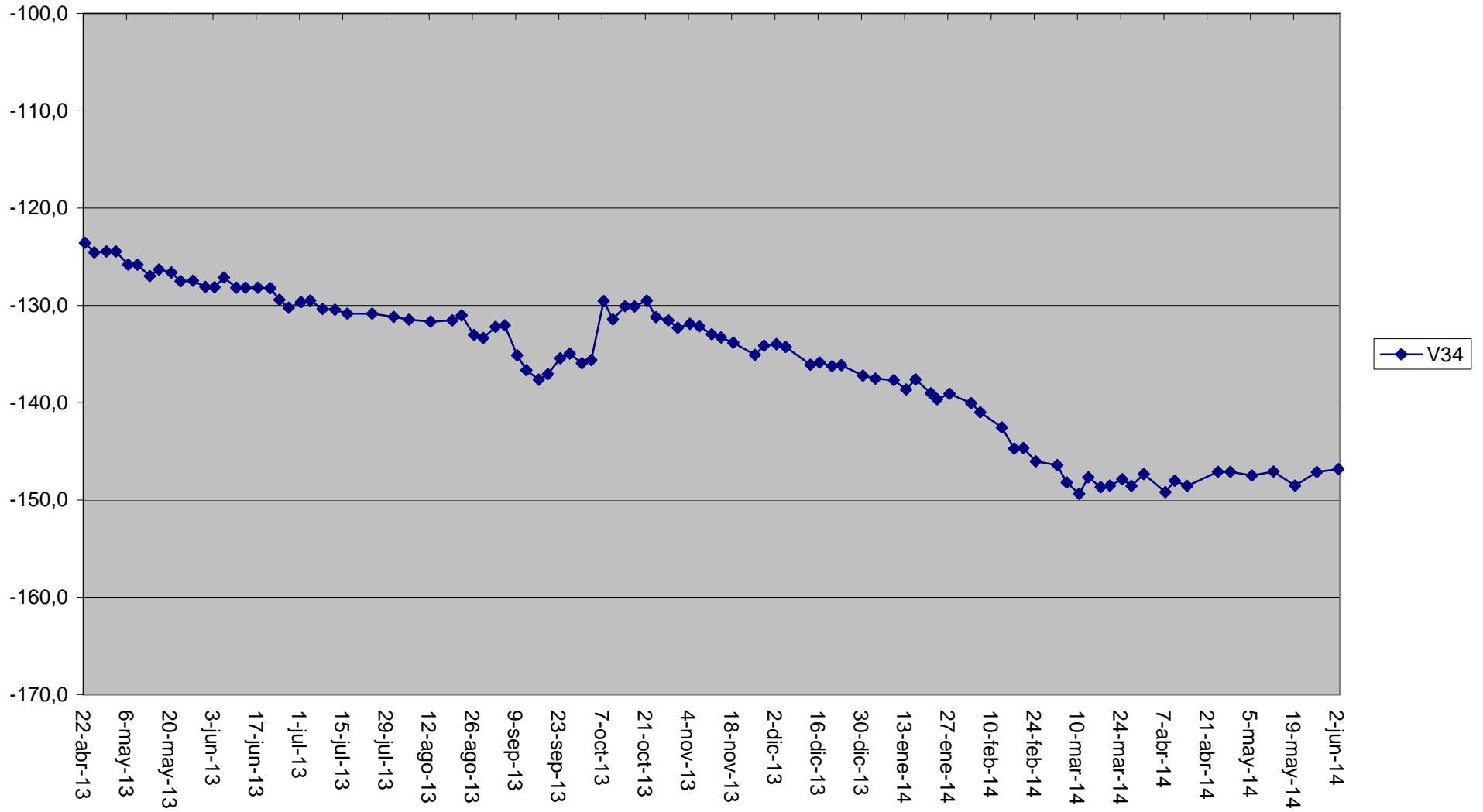
V32



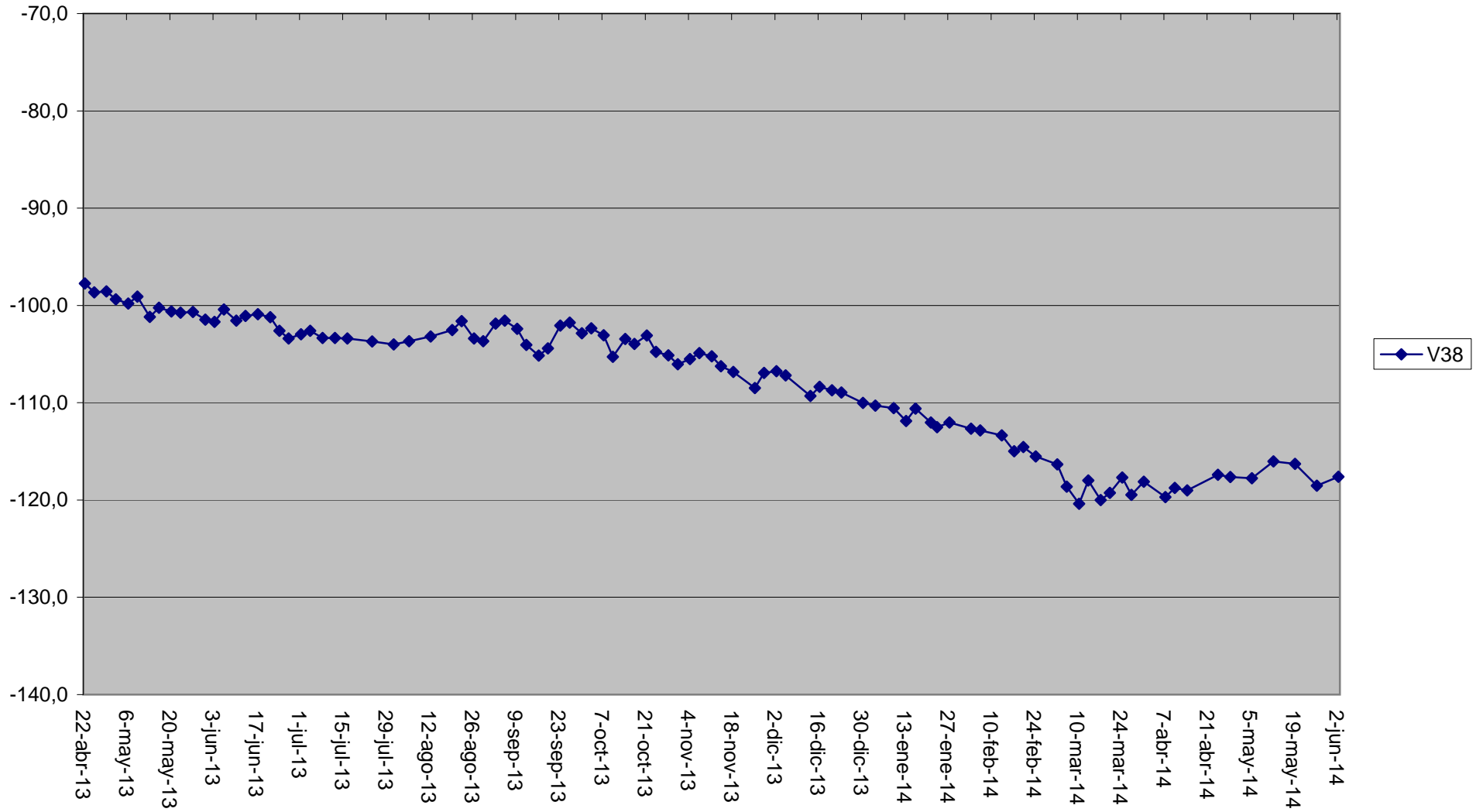
V33



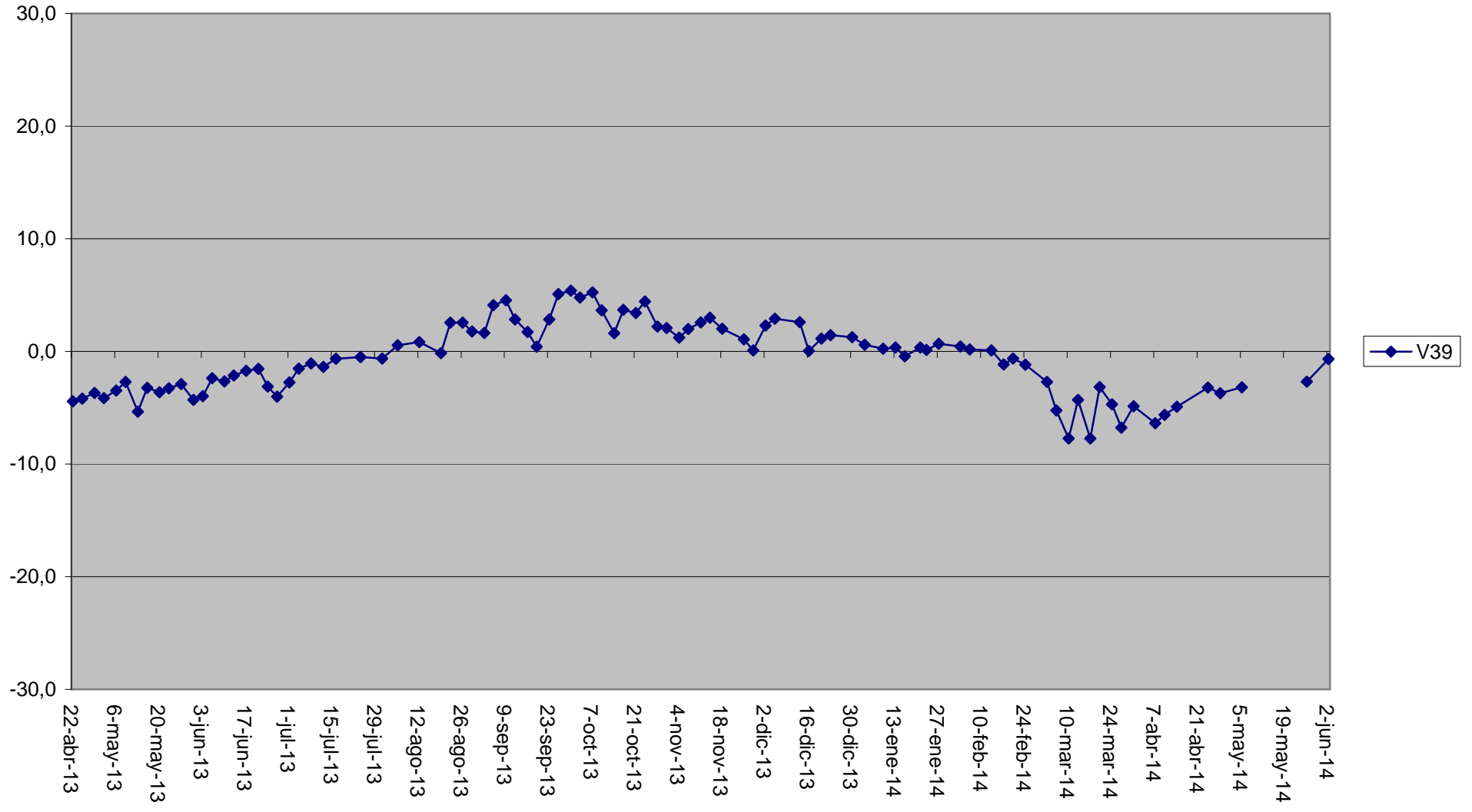
V34



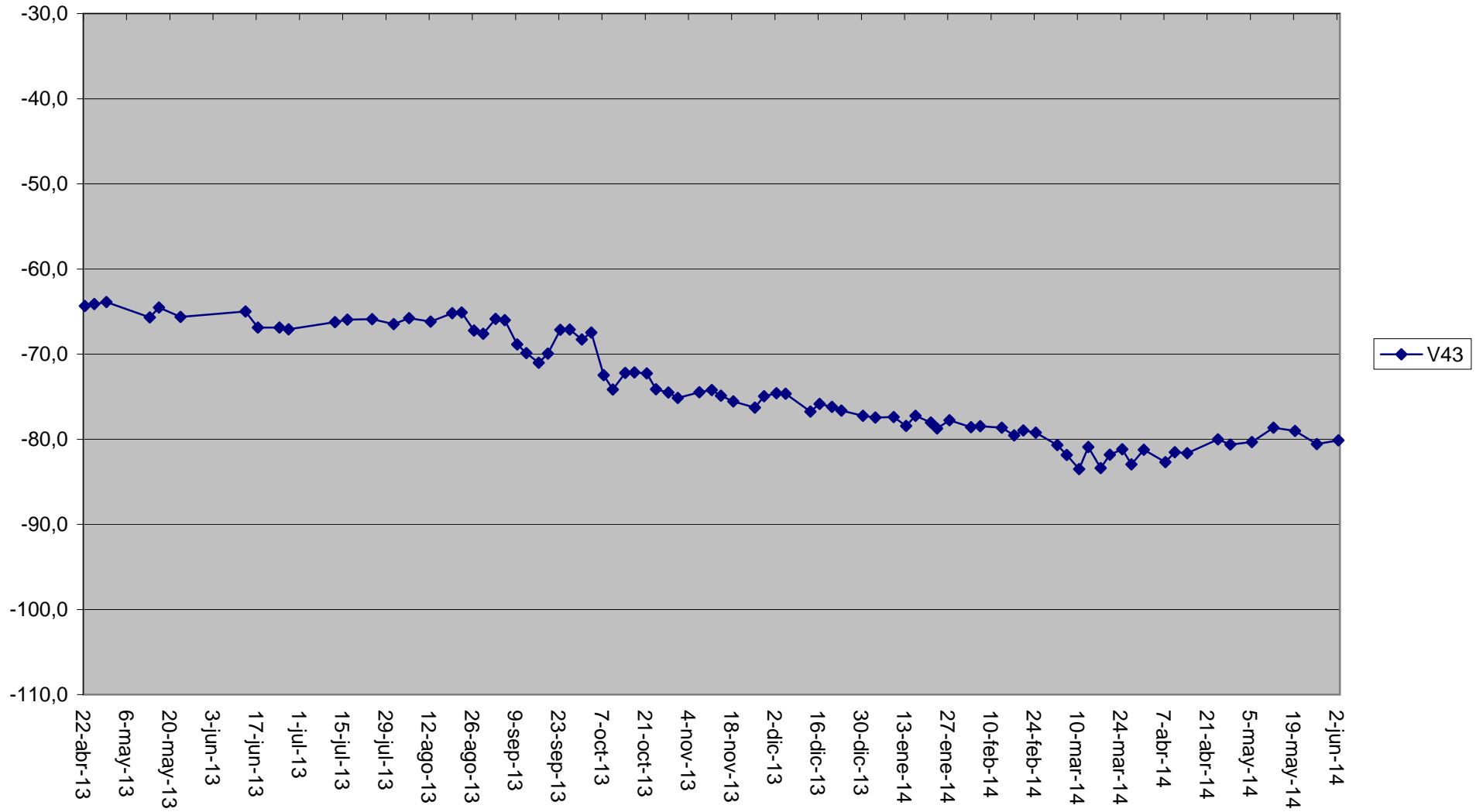
V38



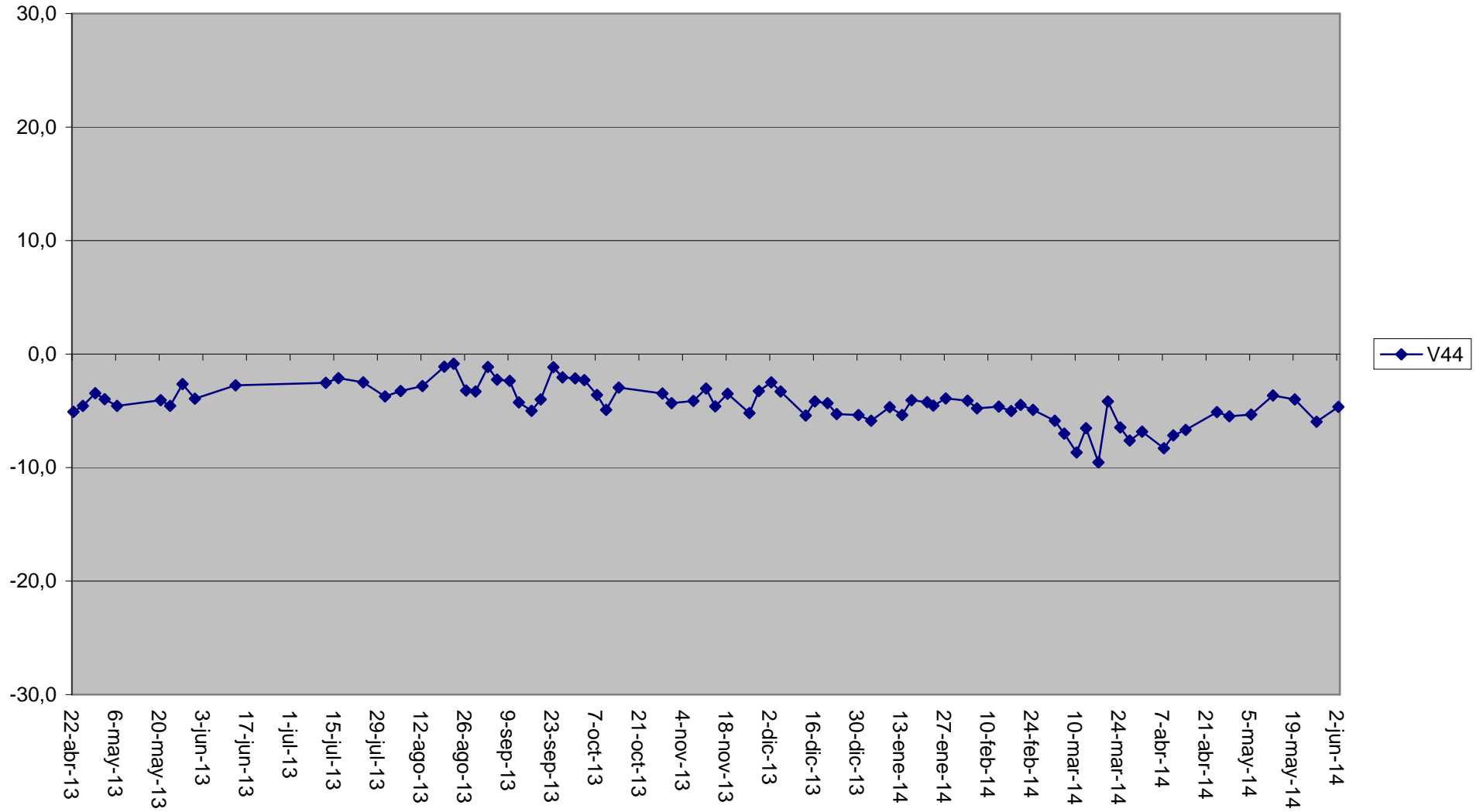
V39



V43

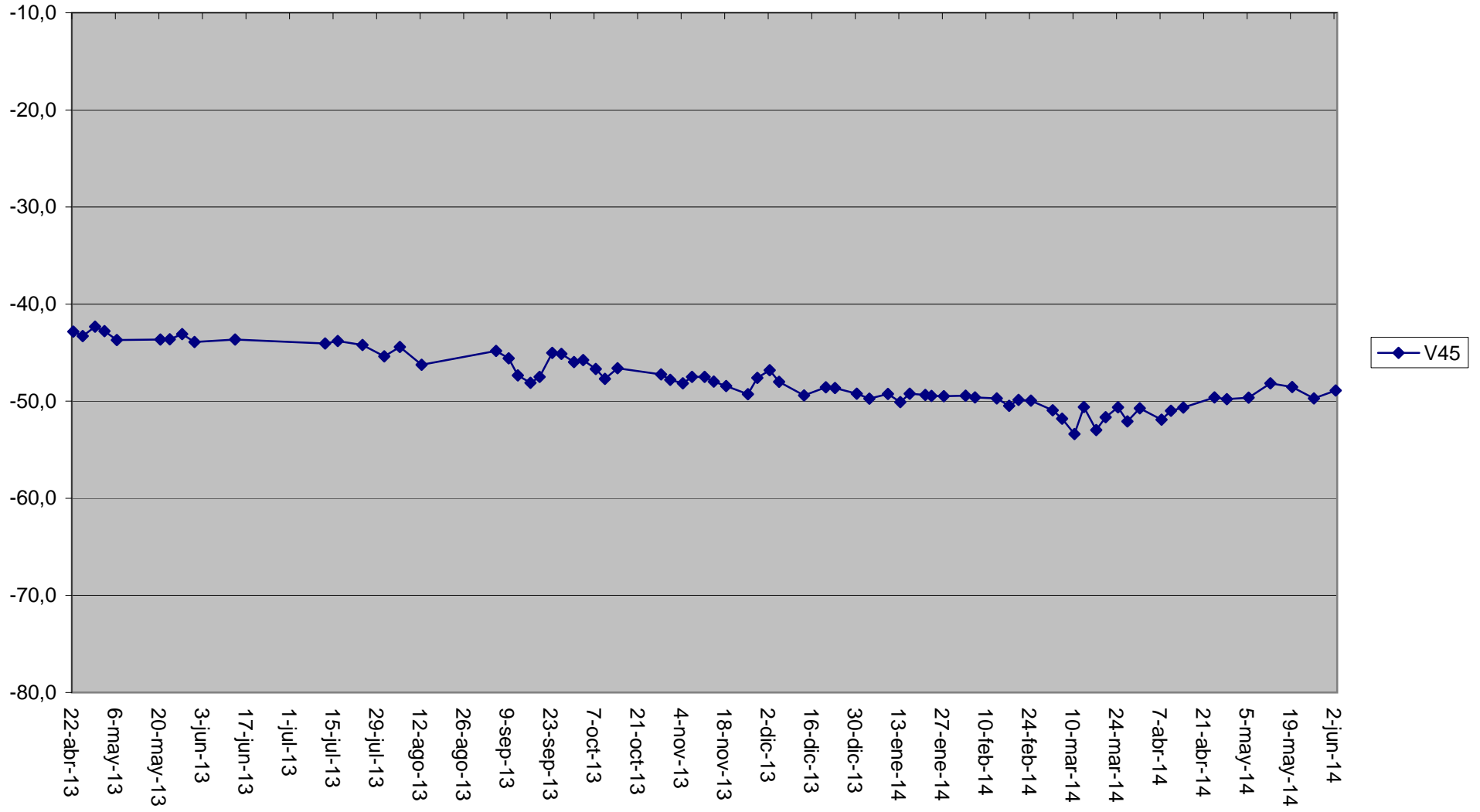


V44

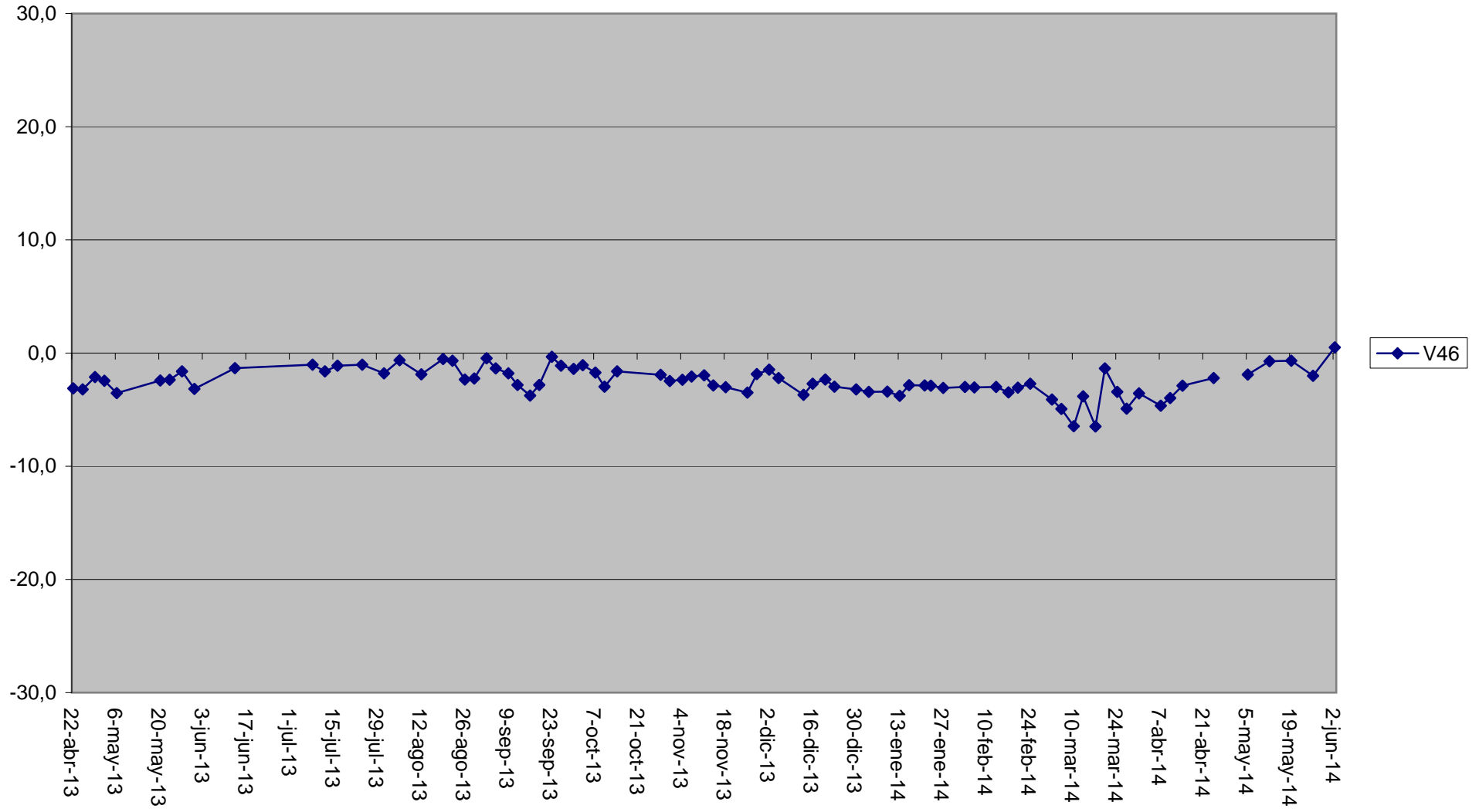




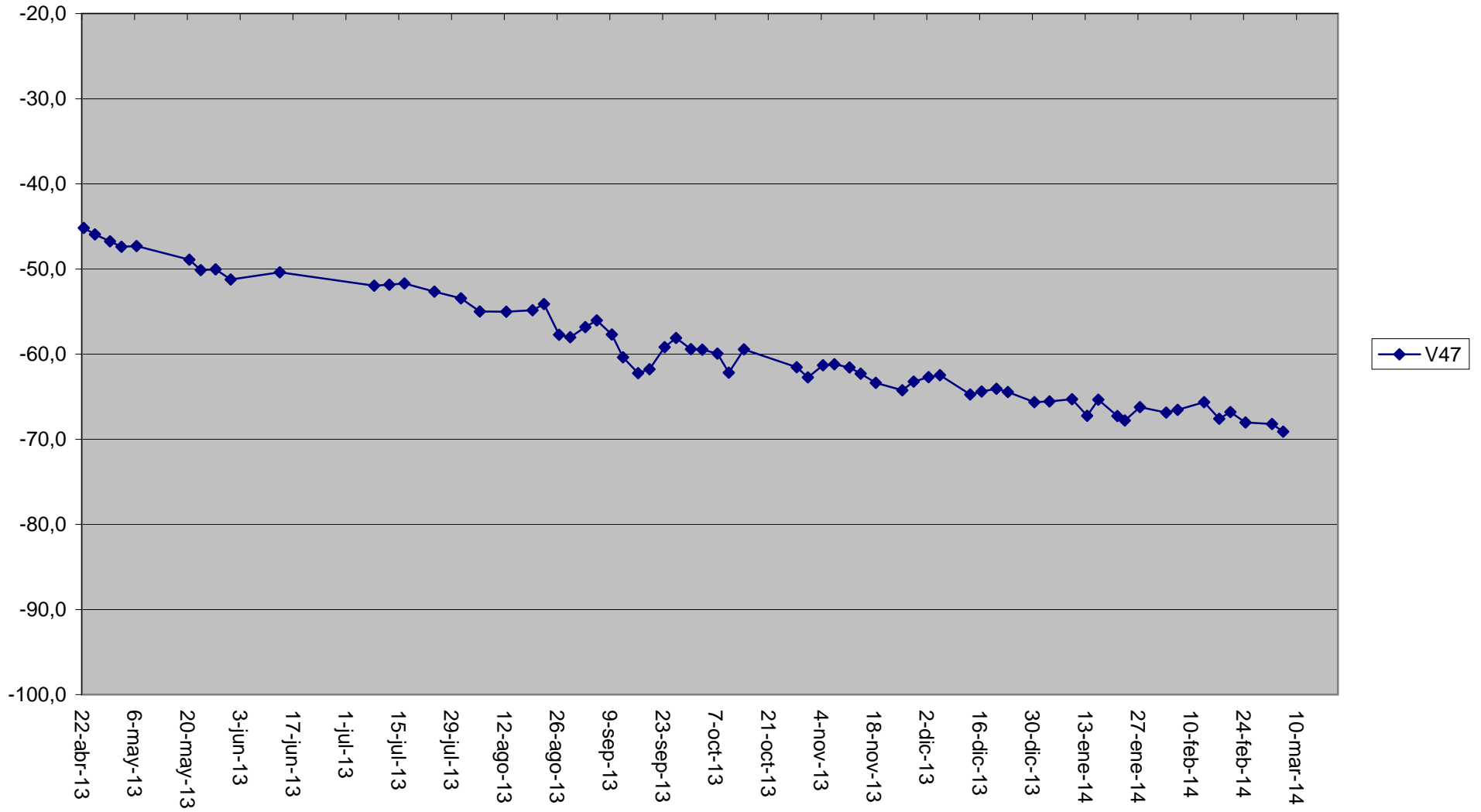
V45



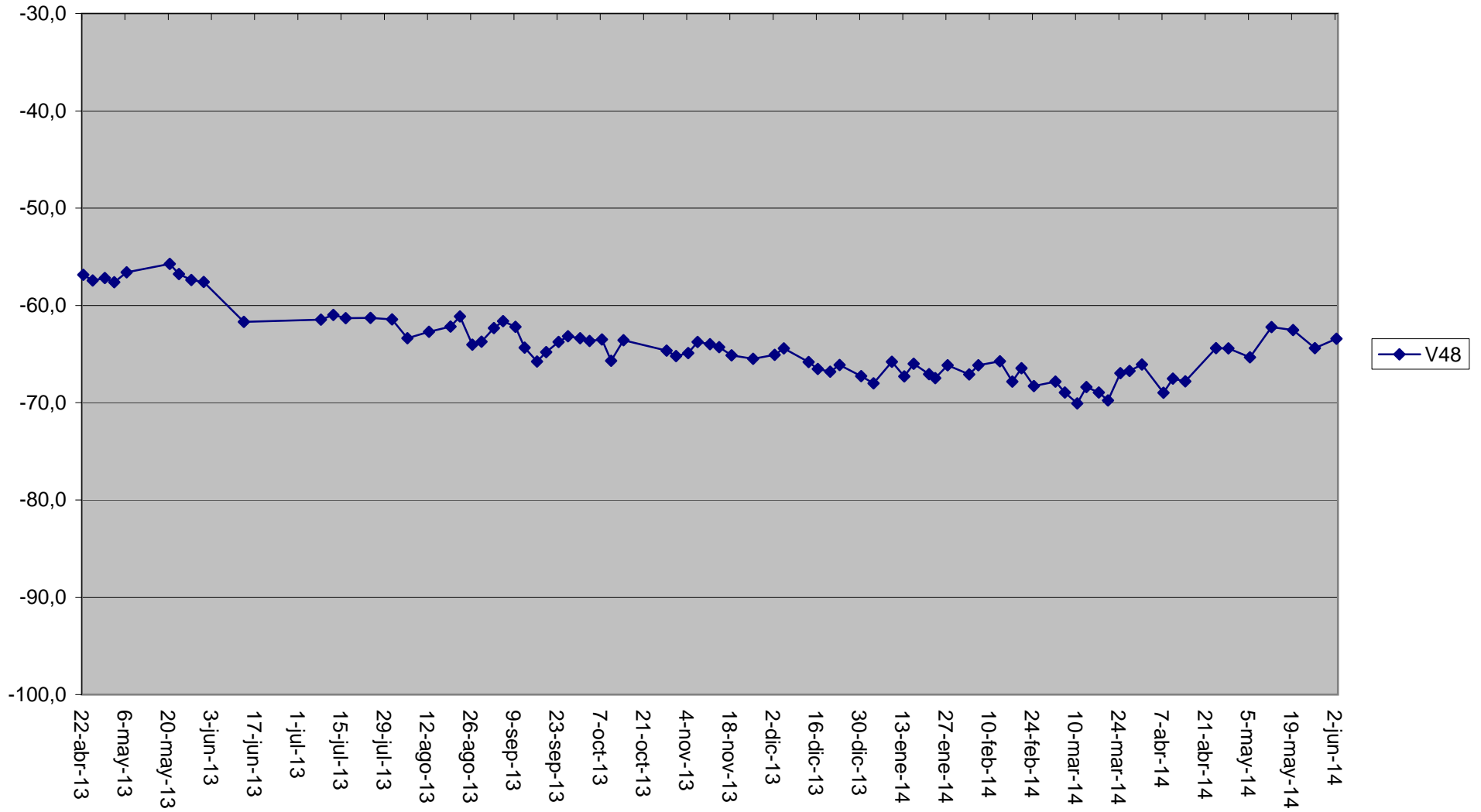
V46



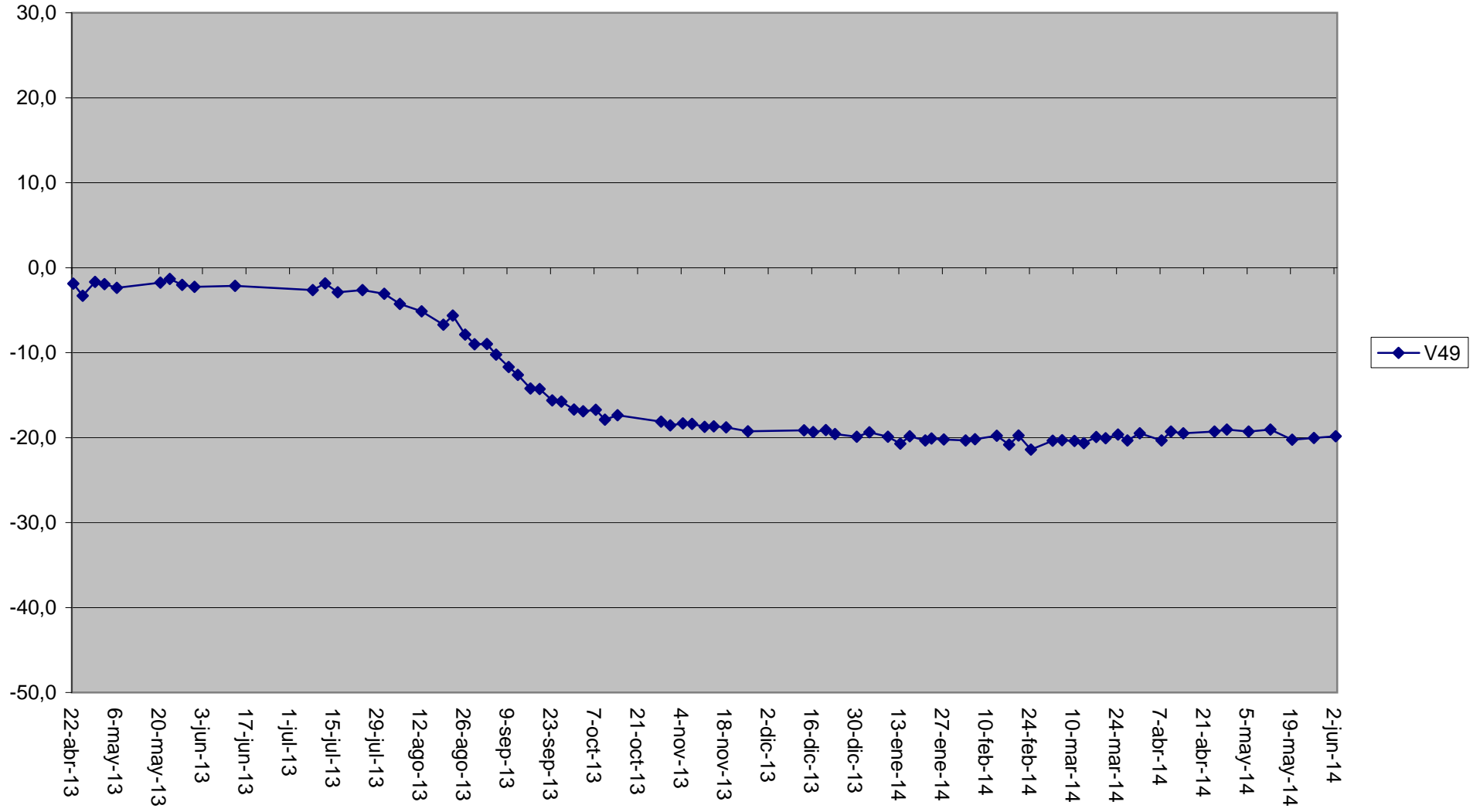
V47



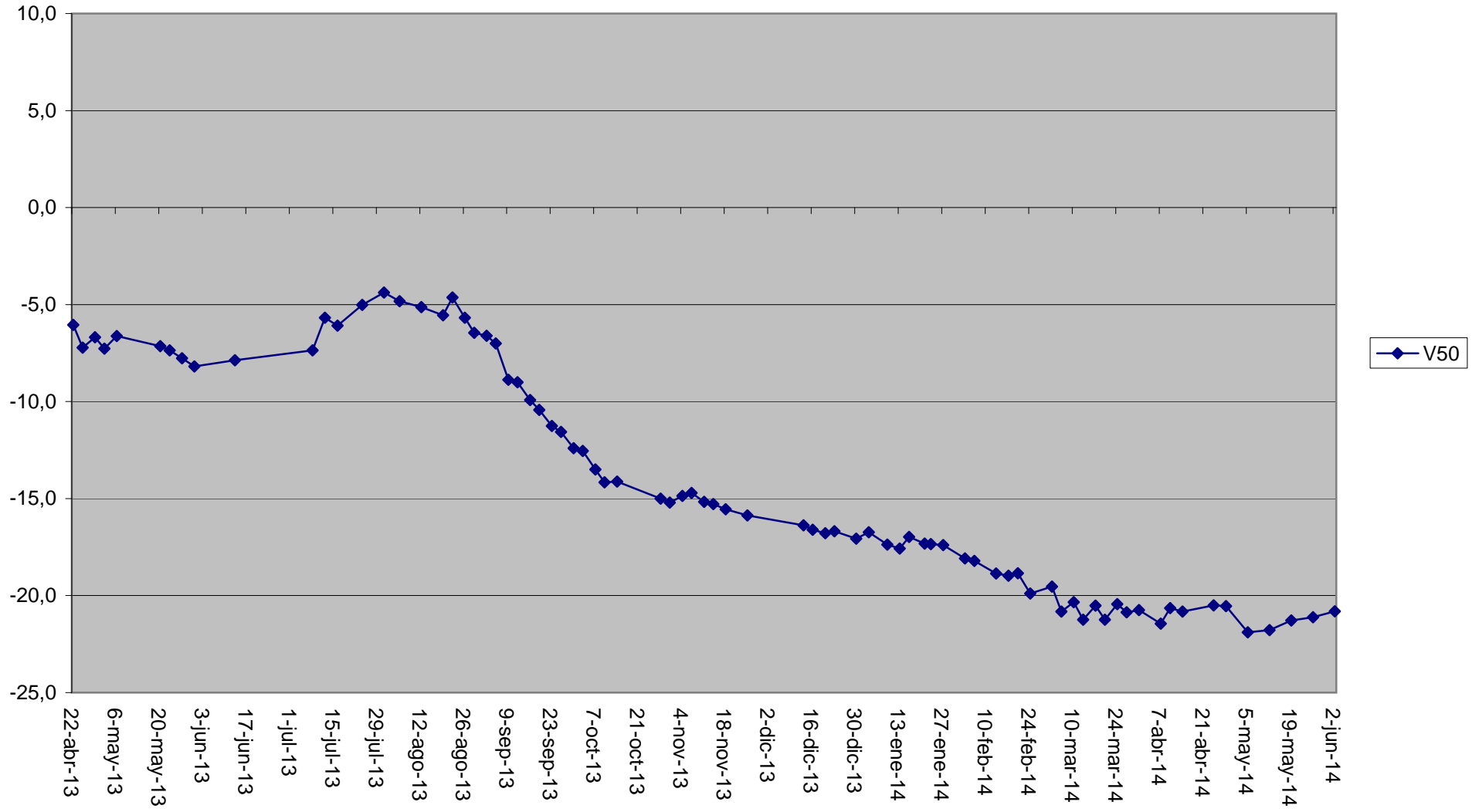
V48



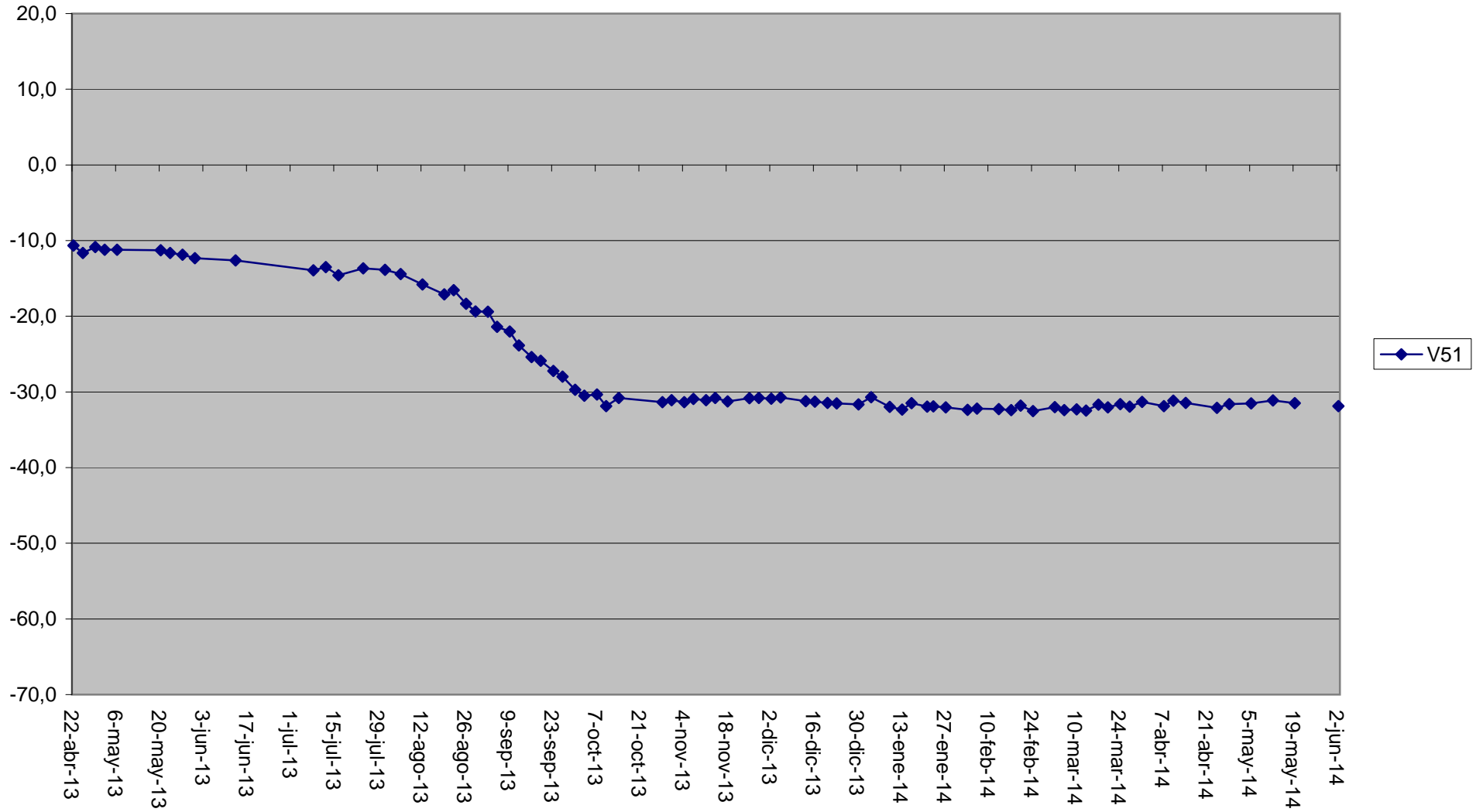
V49



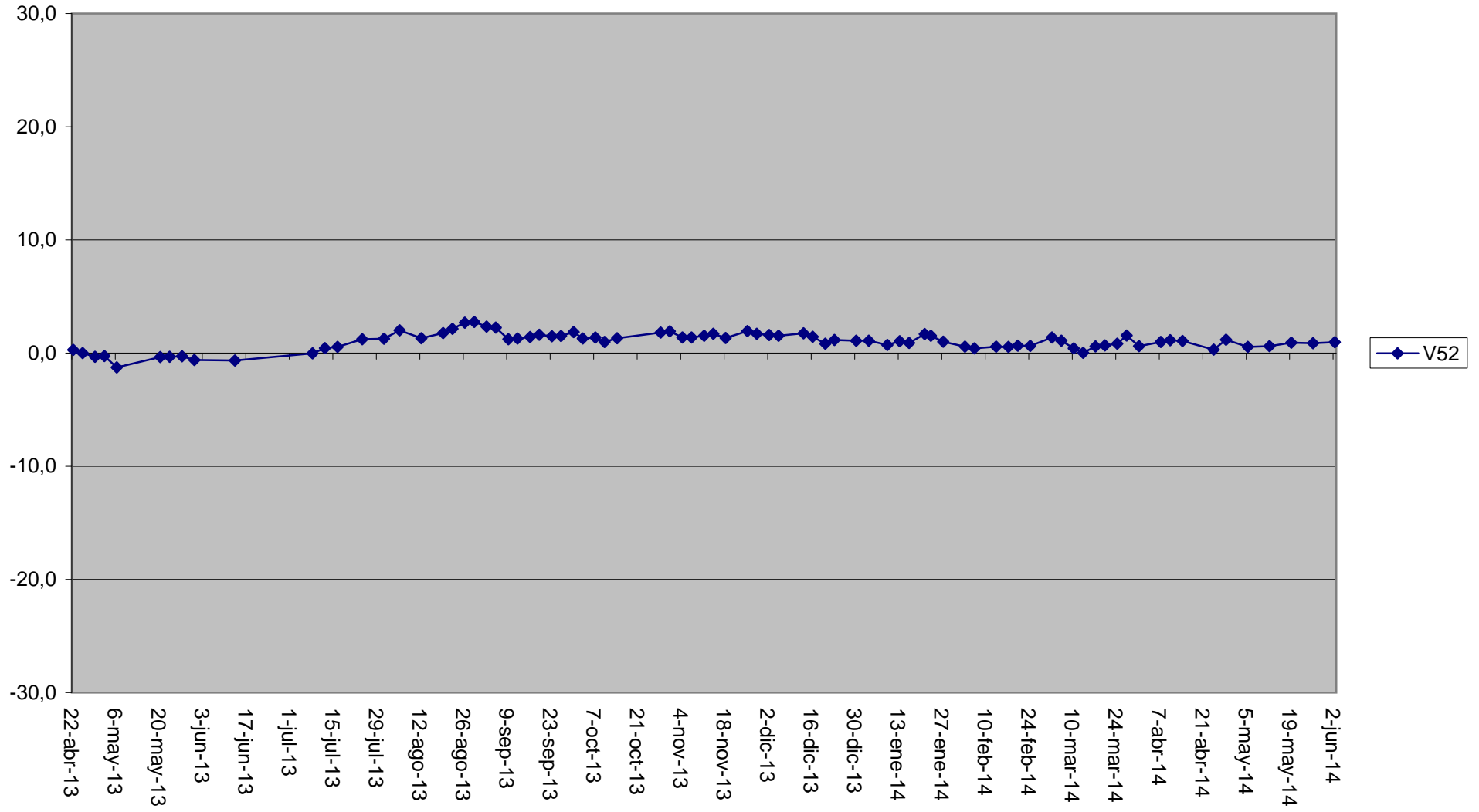
V50



V51

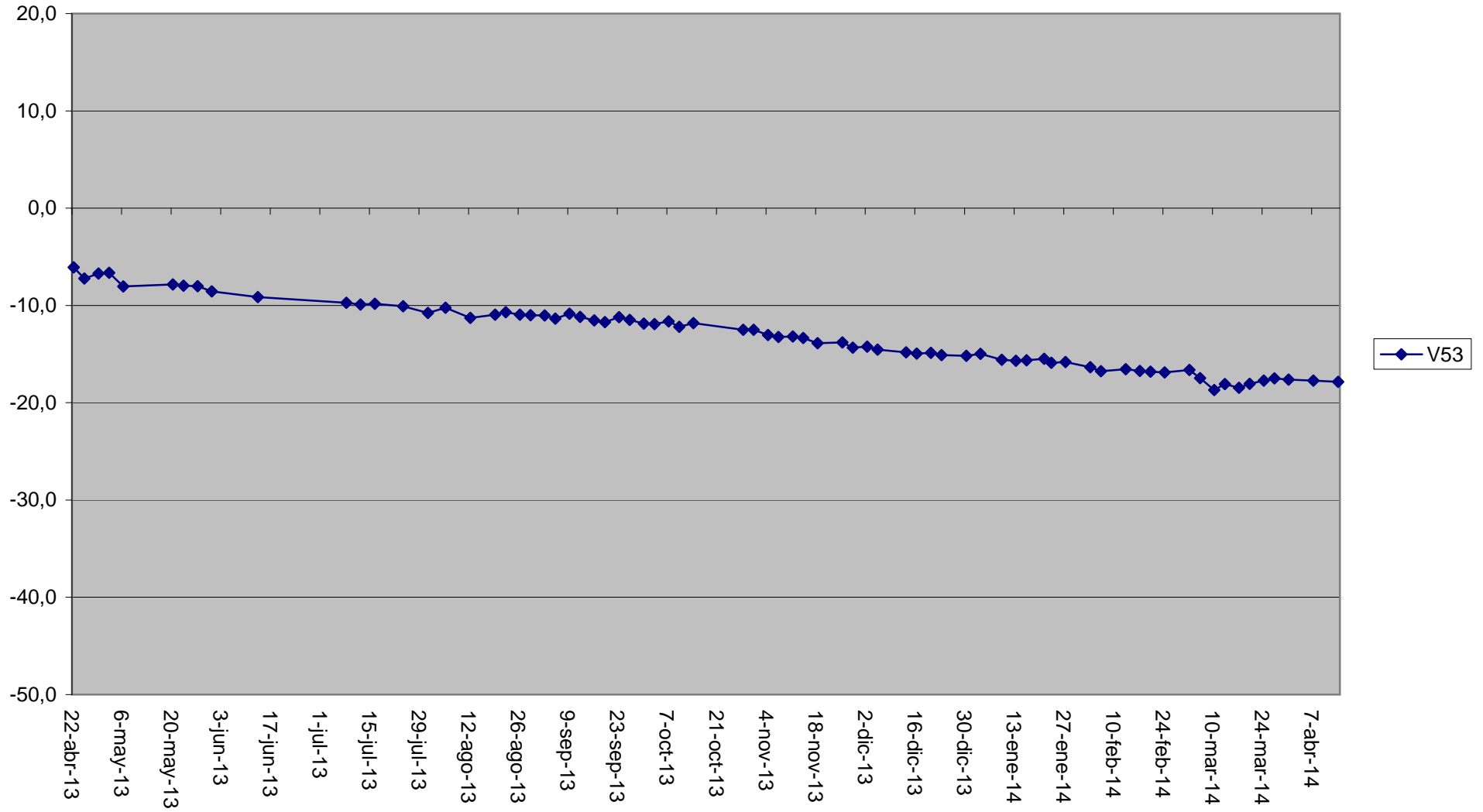


V52

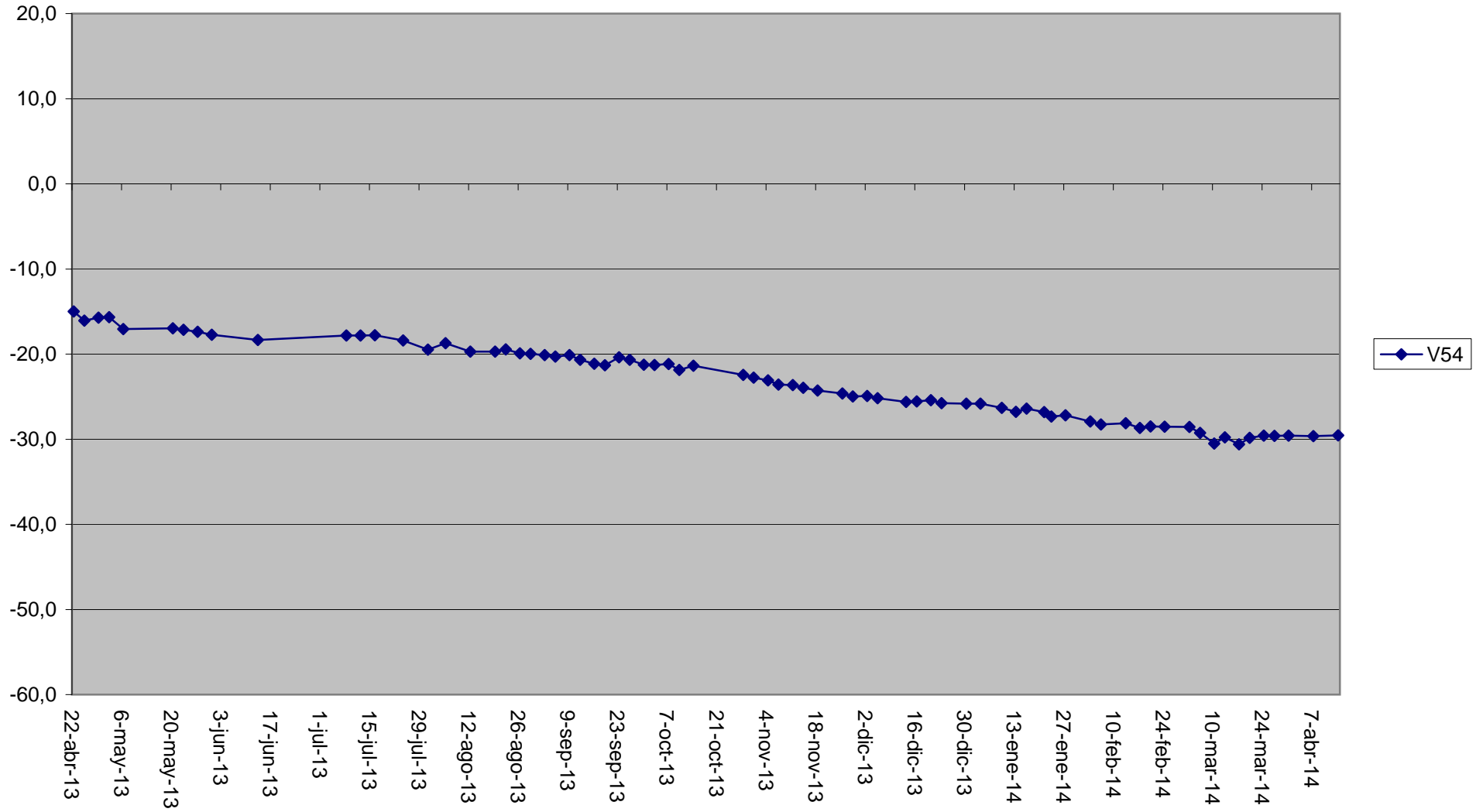




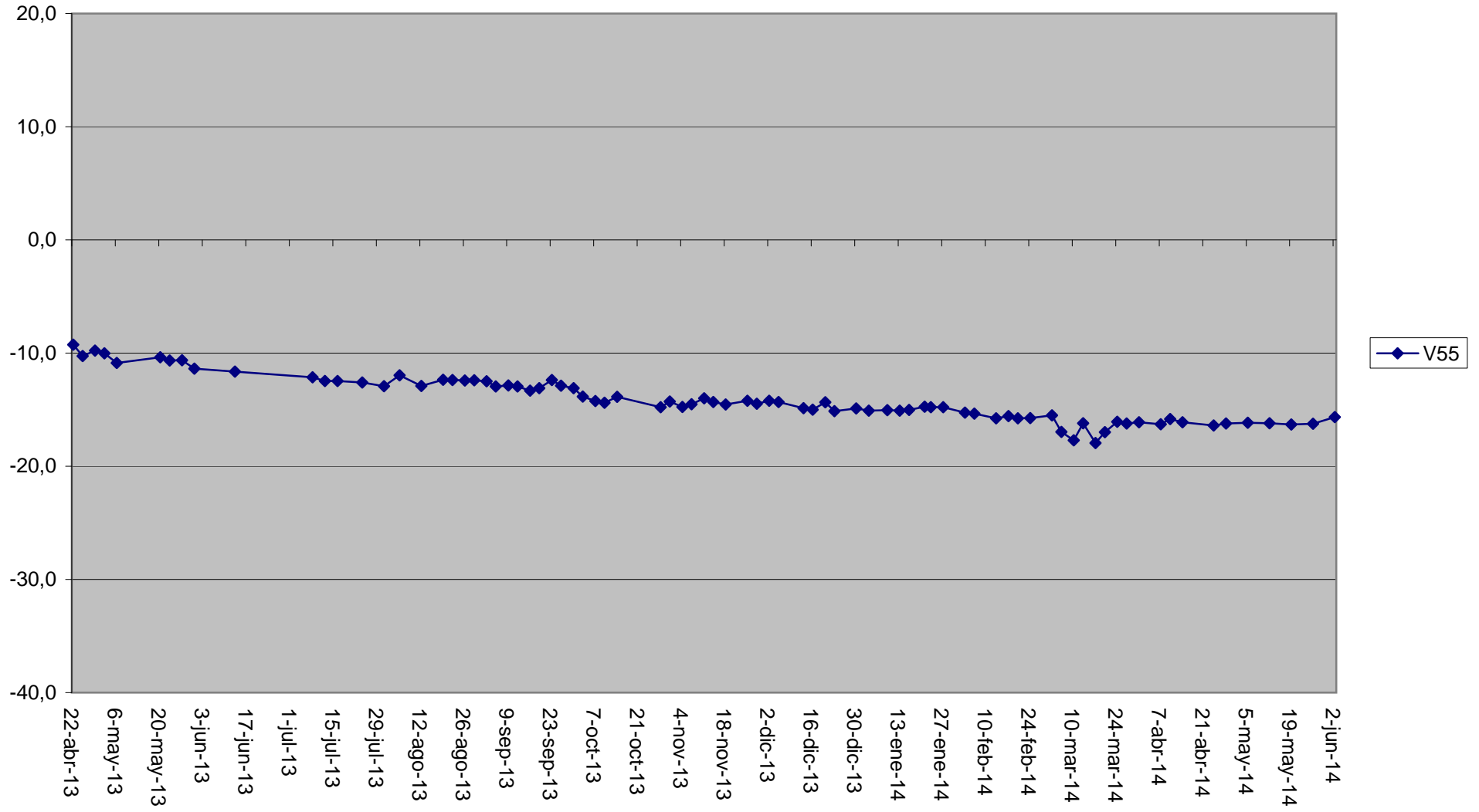
V53



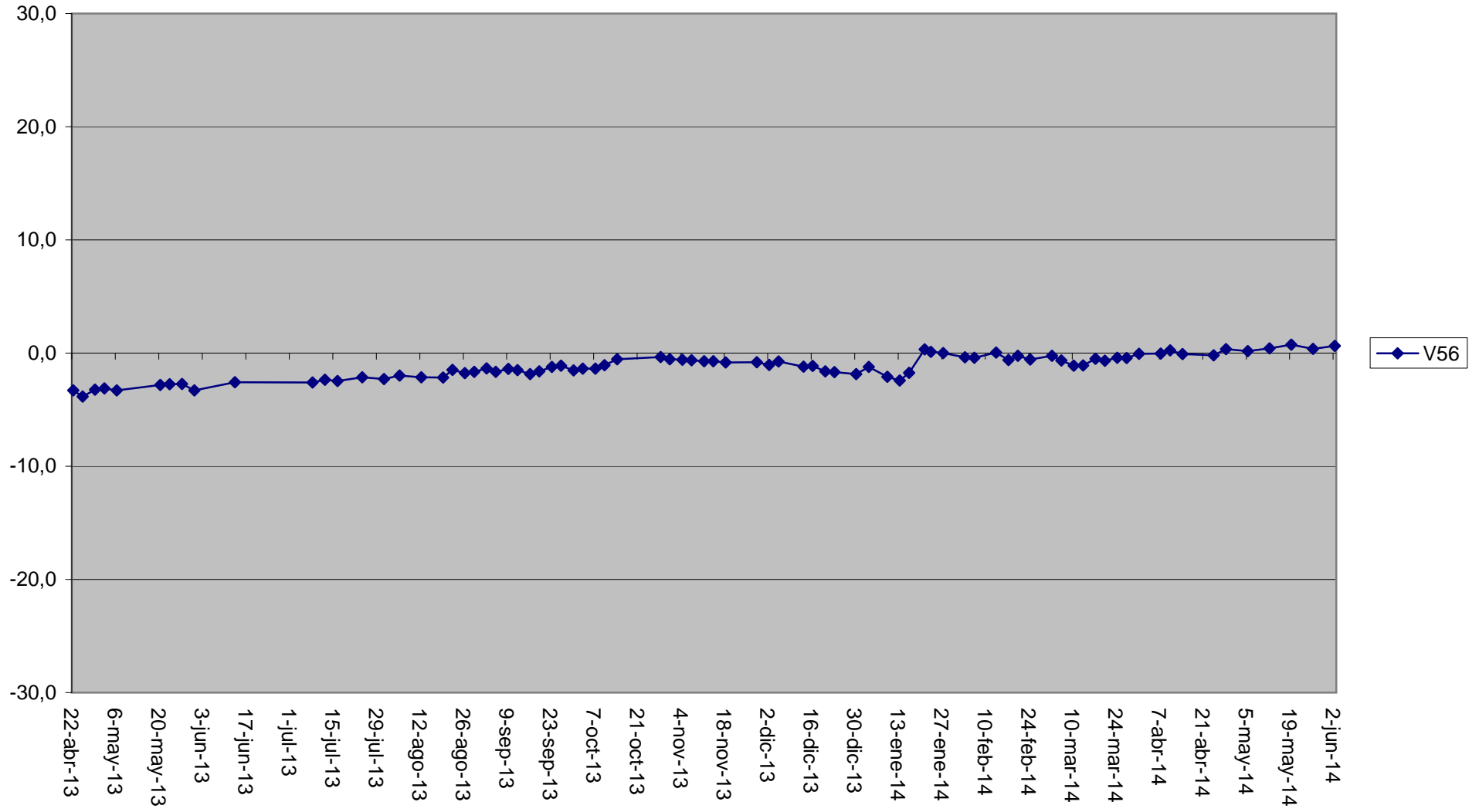
V54



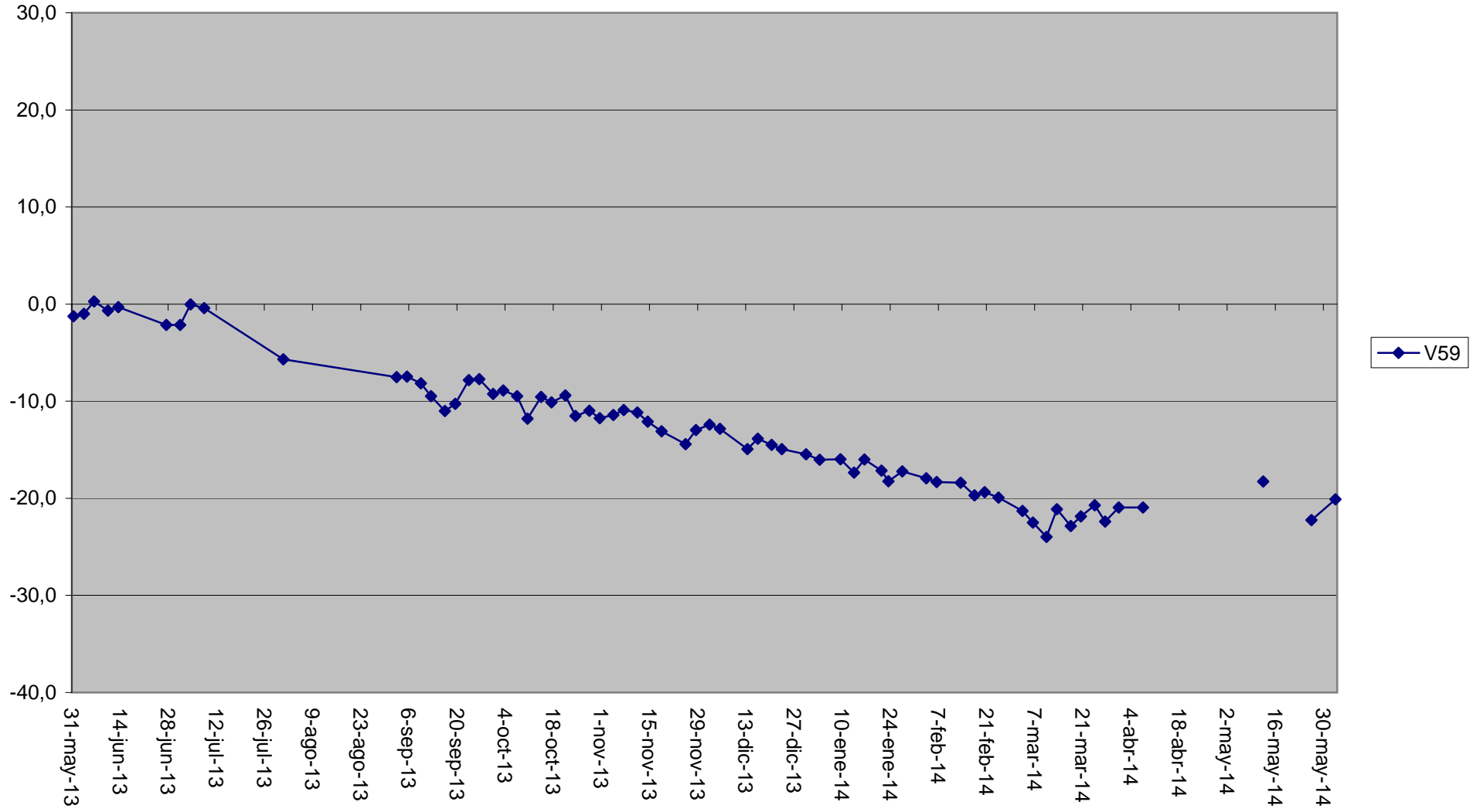
V55



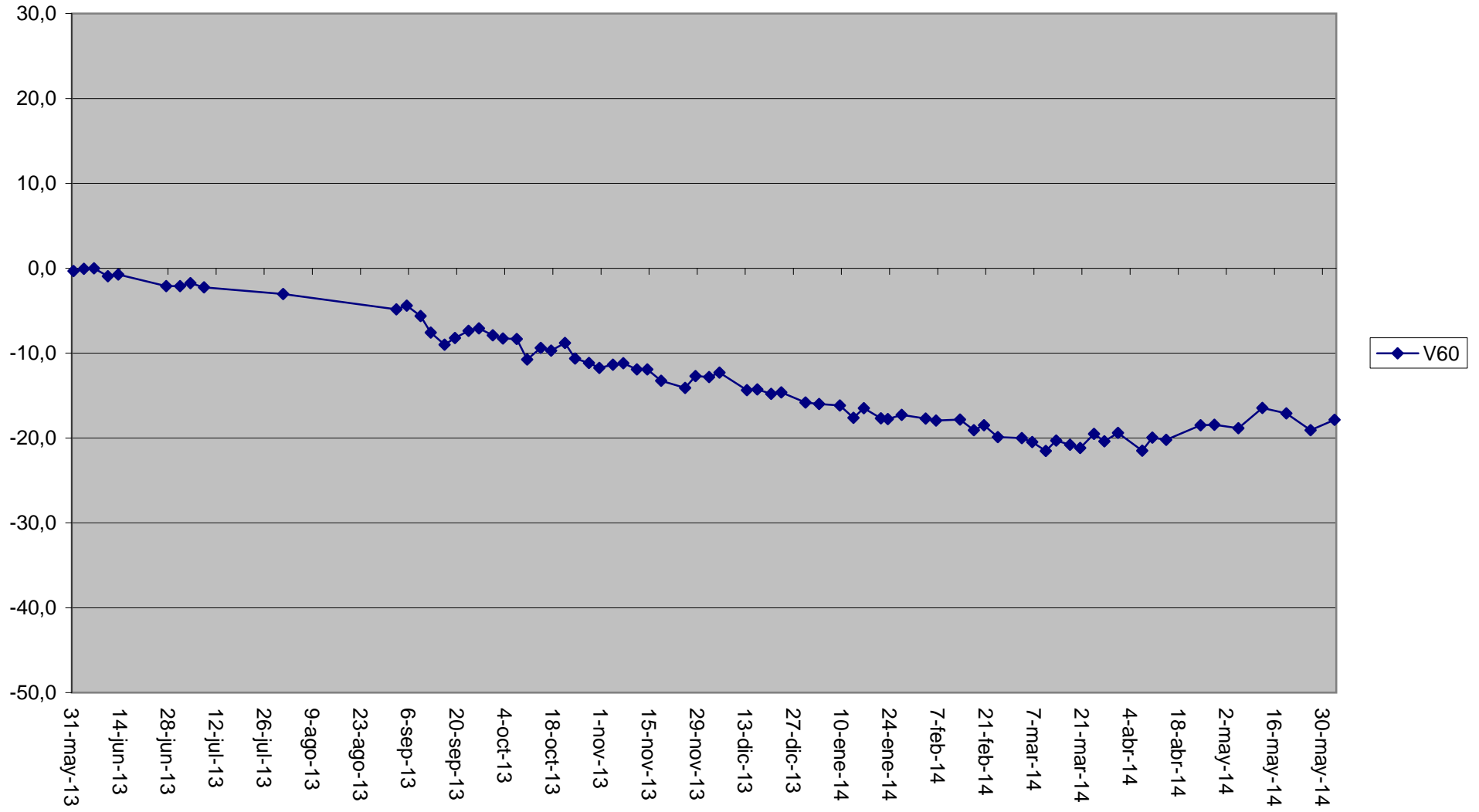
V56



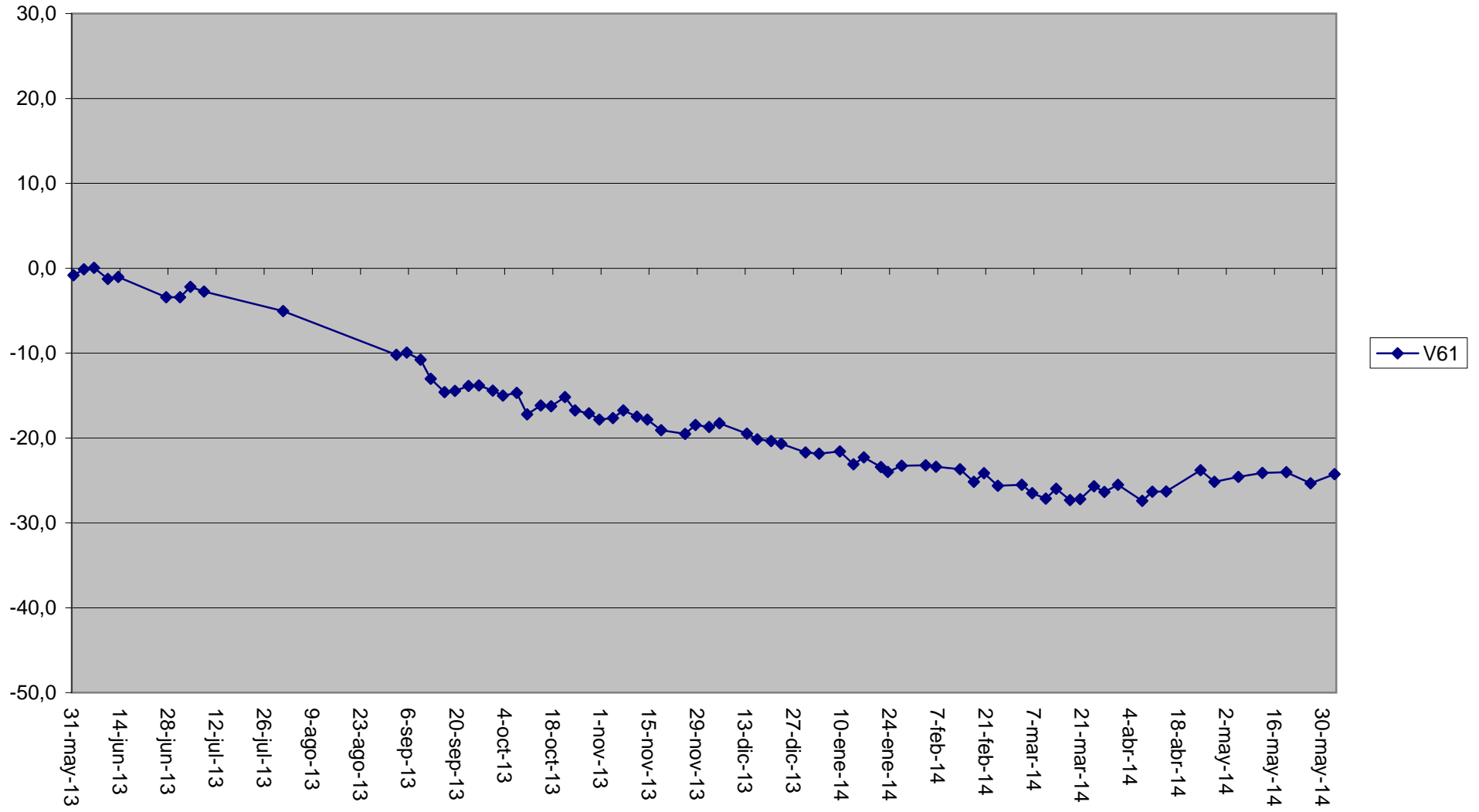
V59



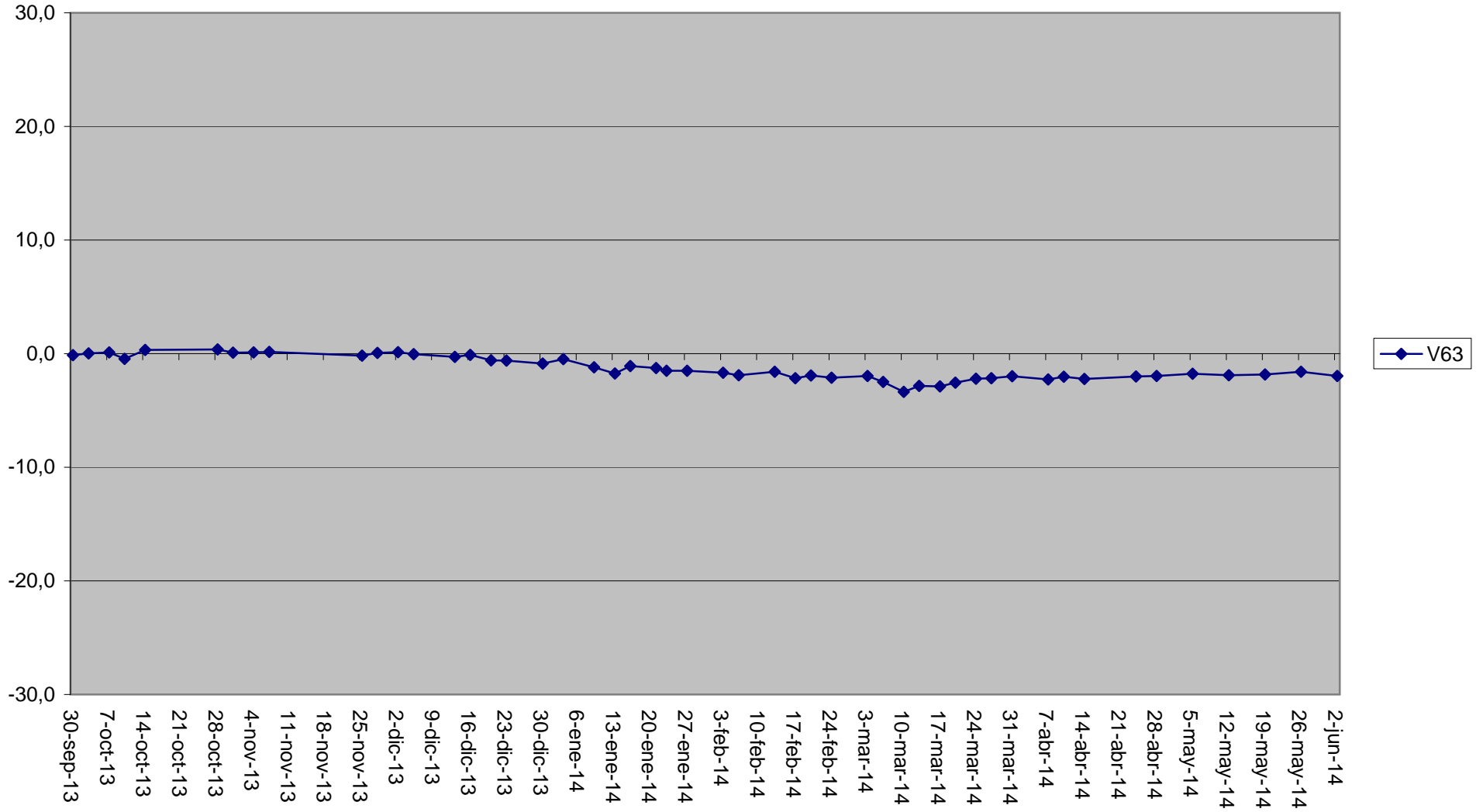
V60



V61

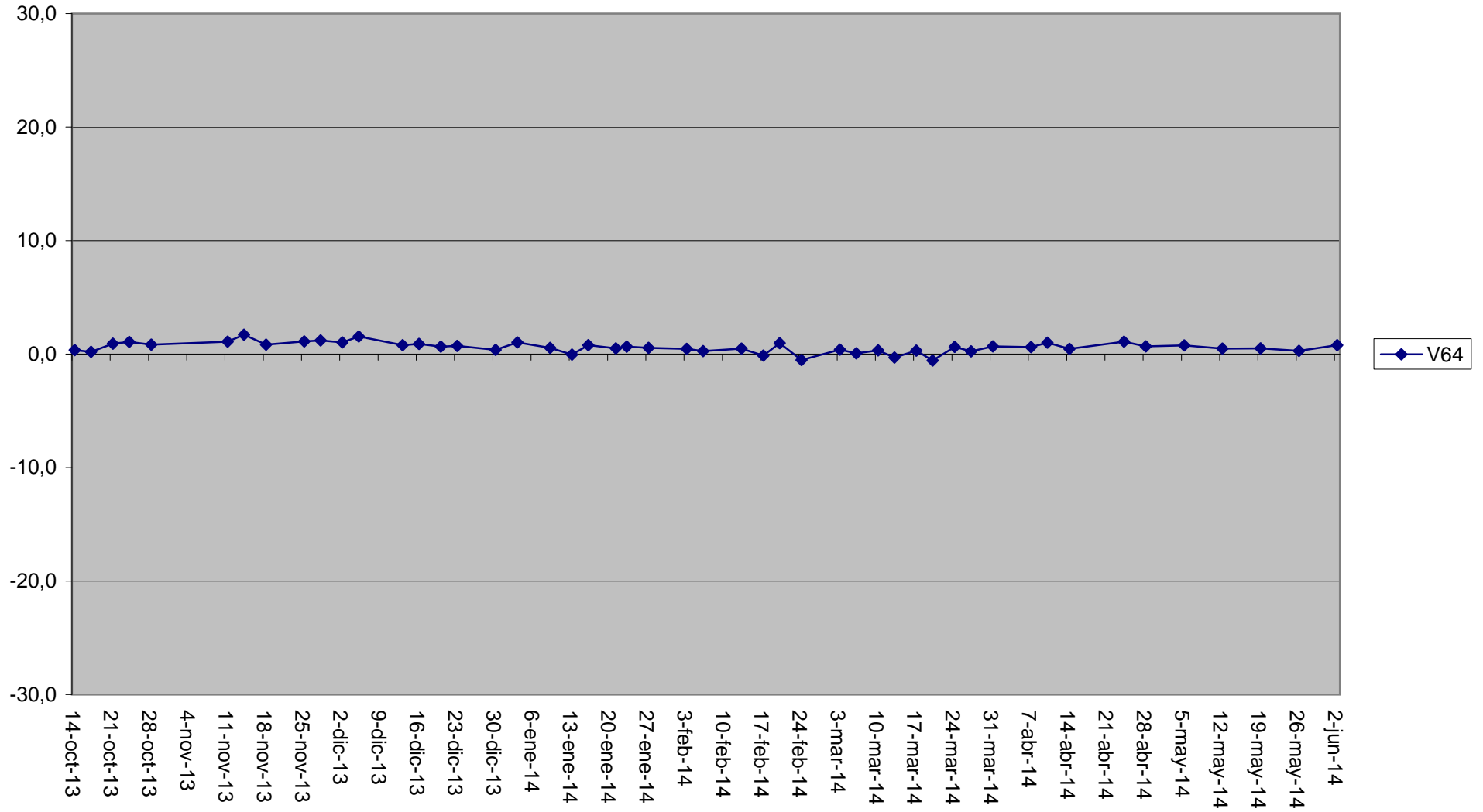


V63

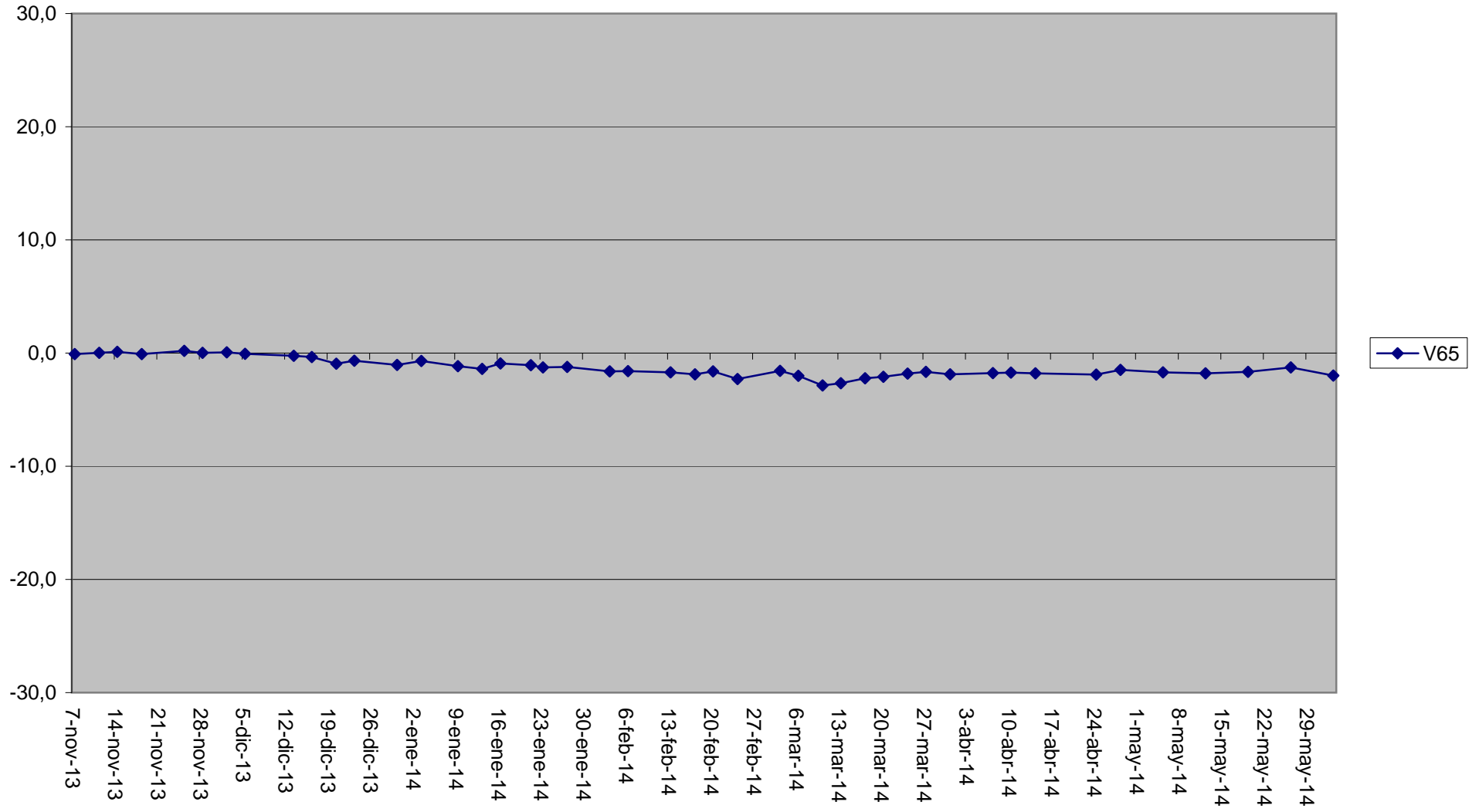




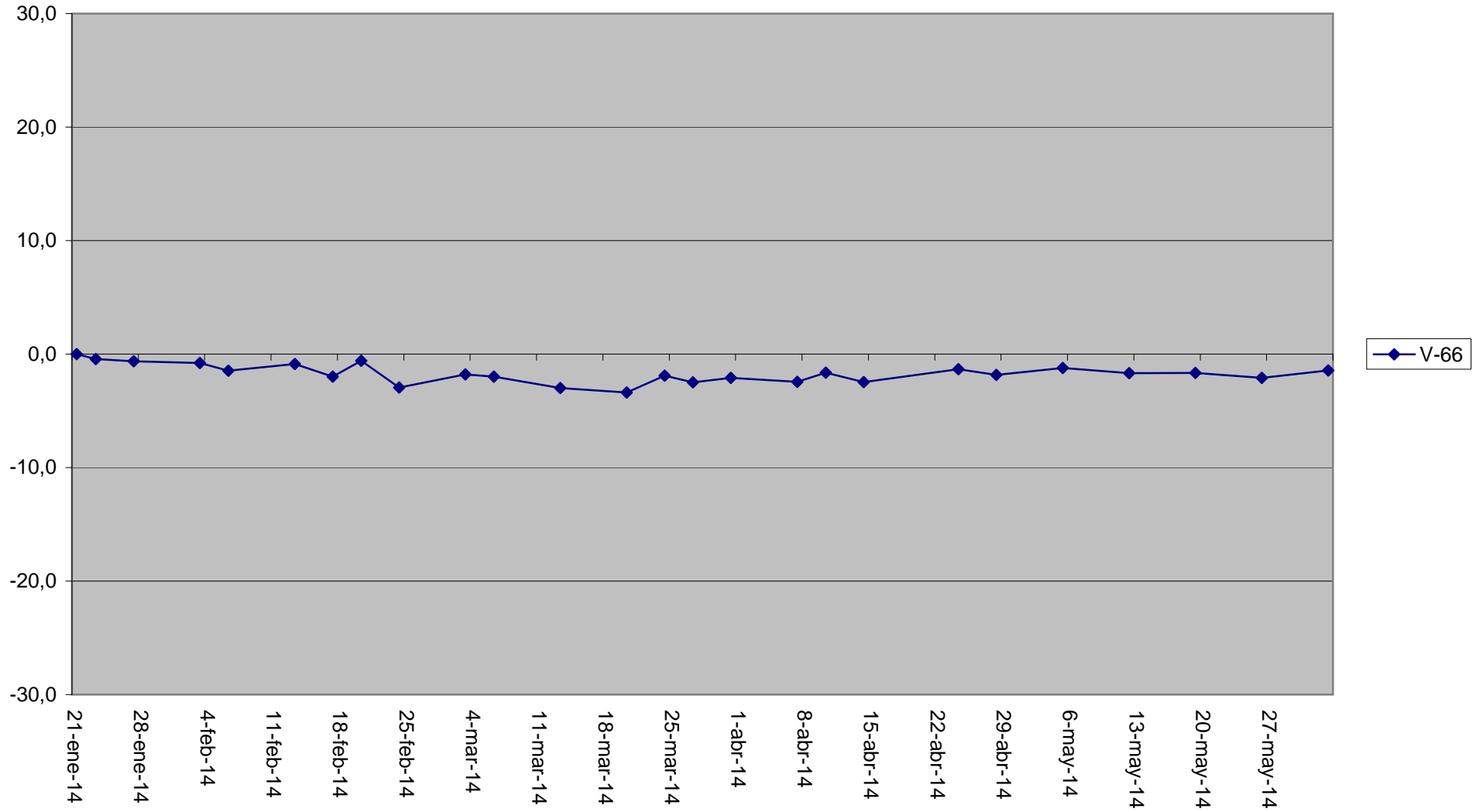
V64



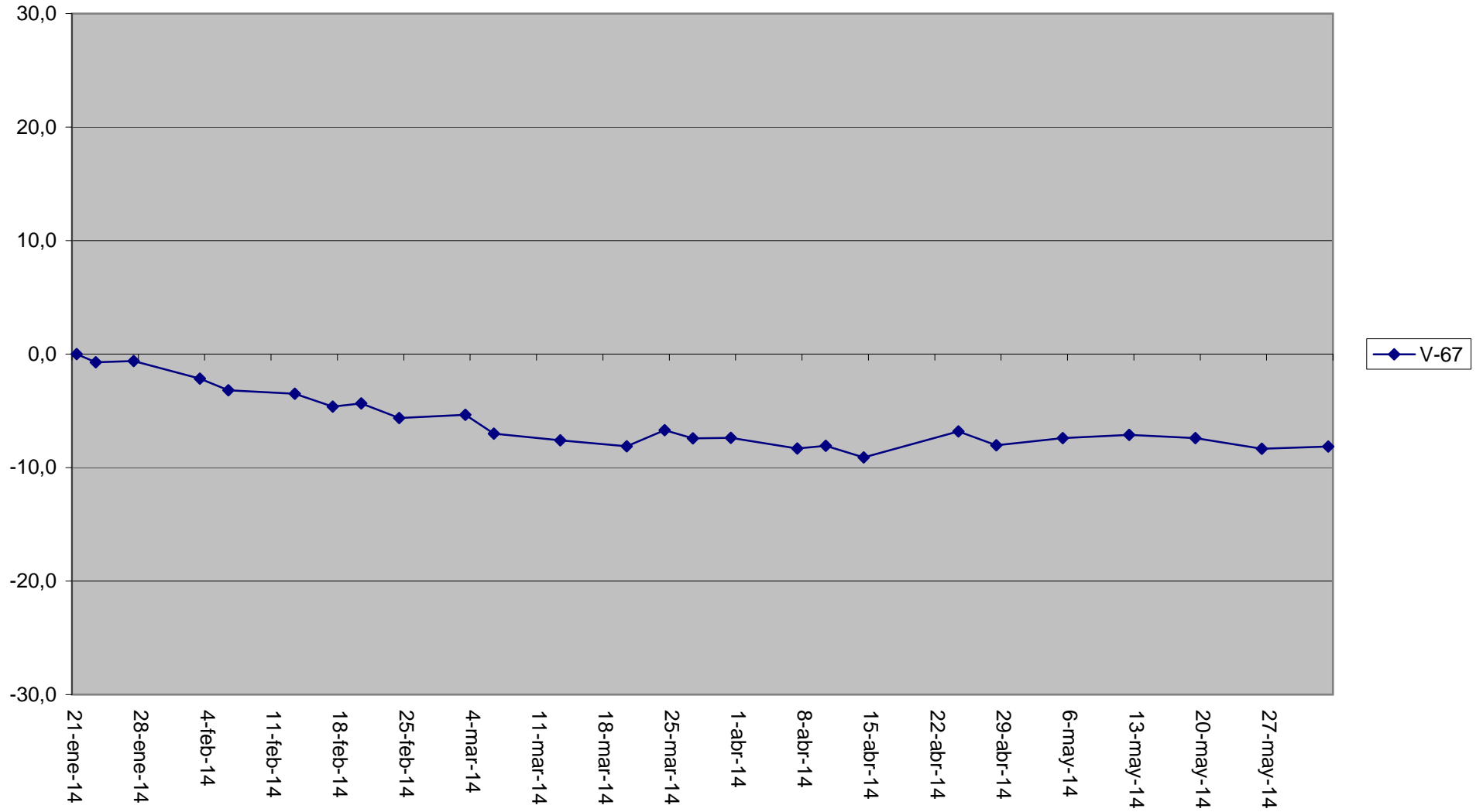
V65



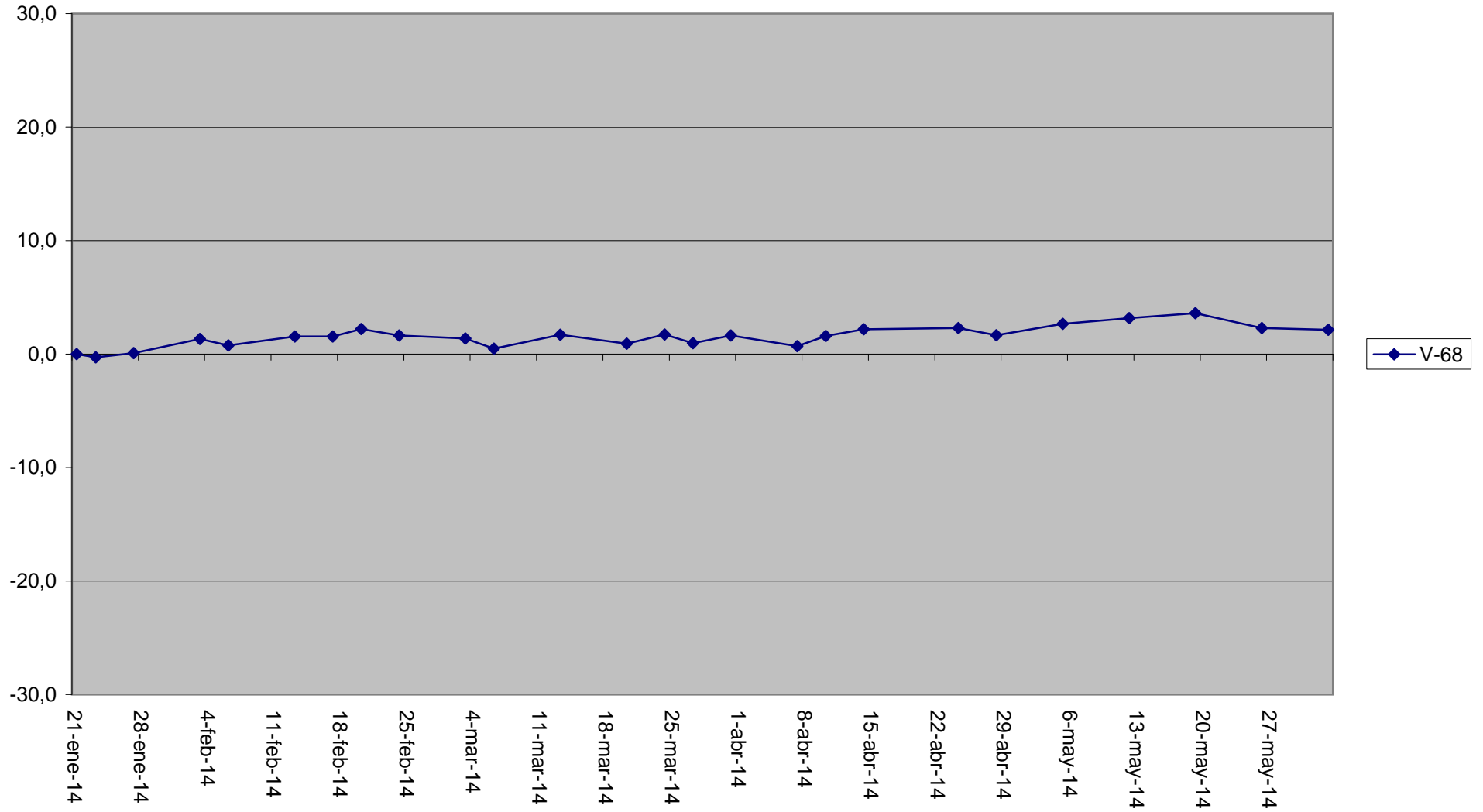
V-66



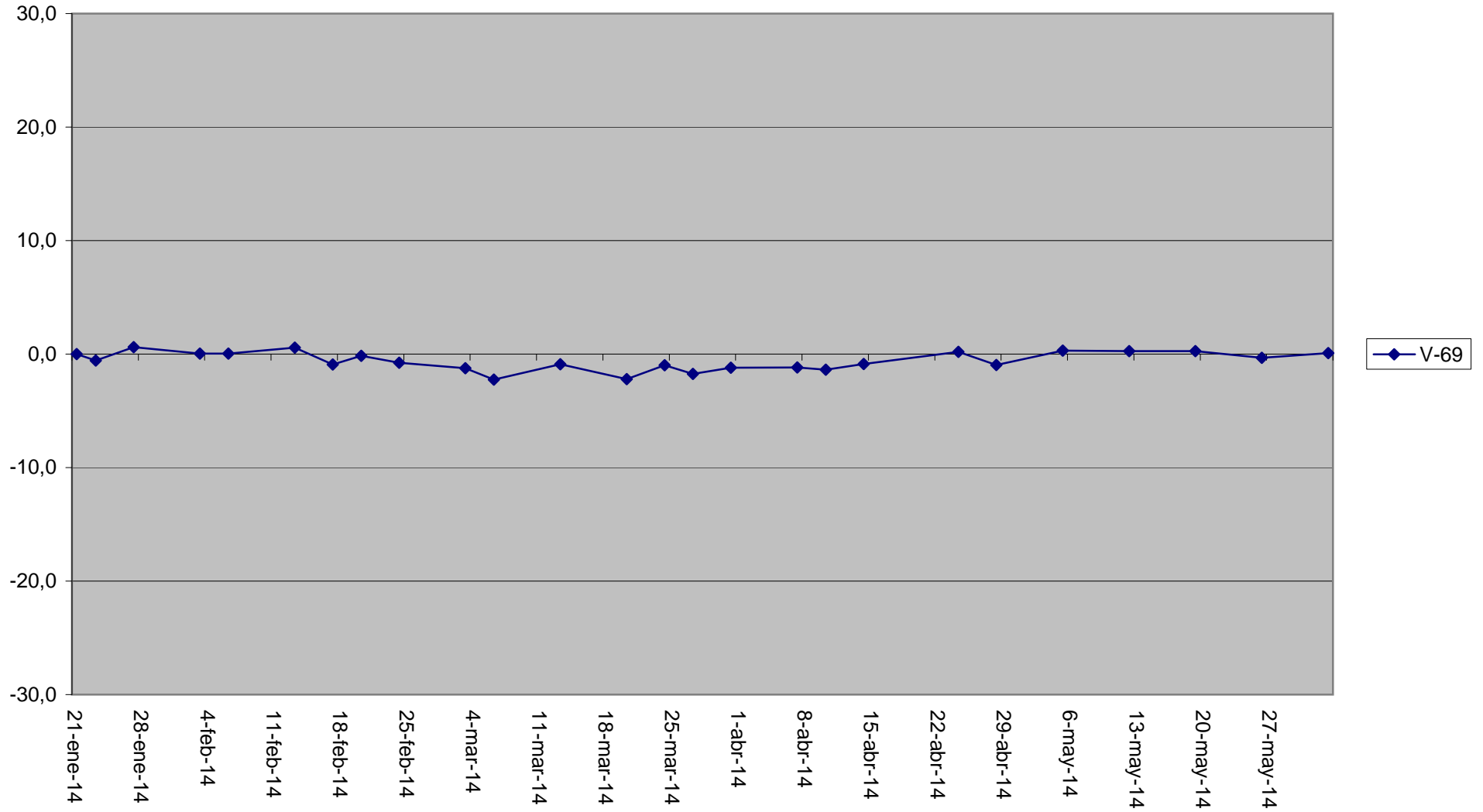
V-67



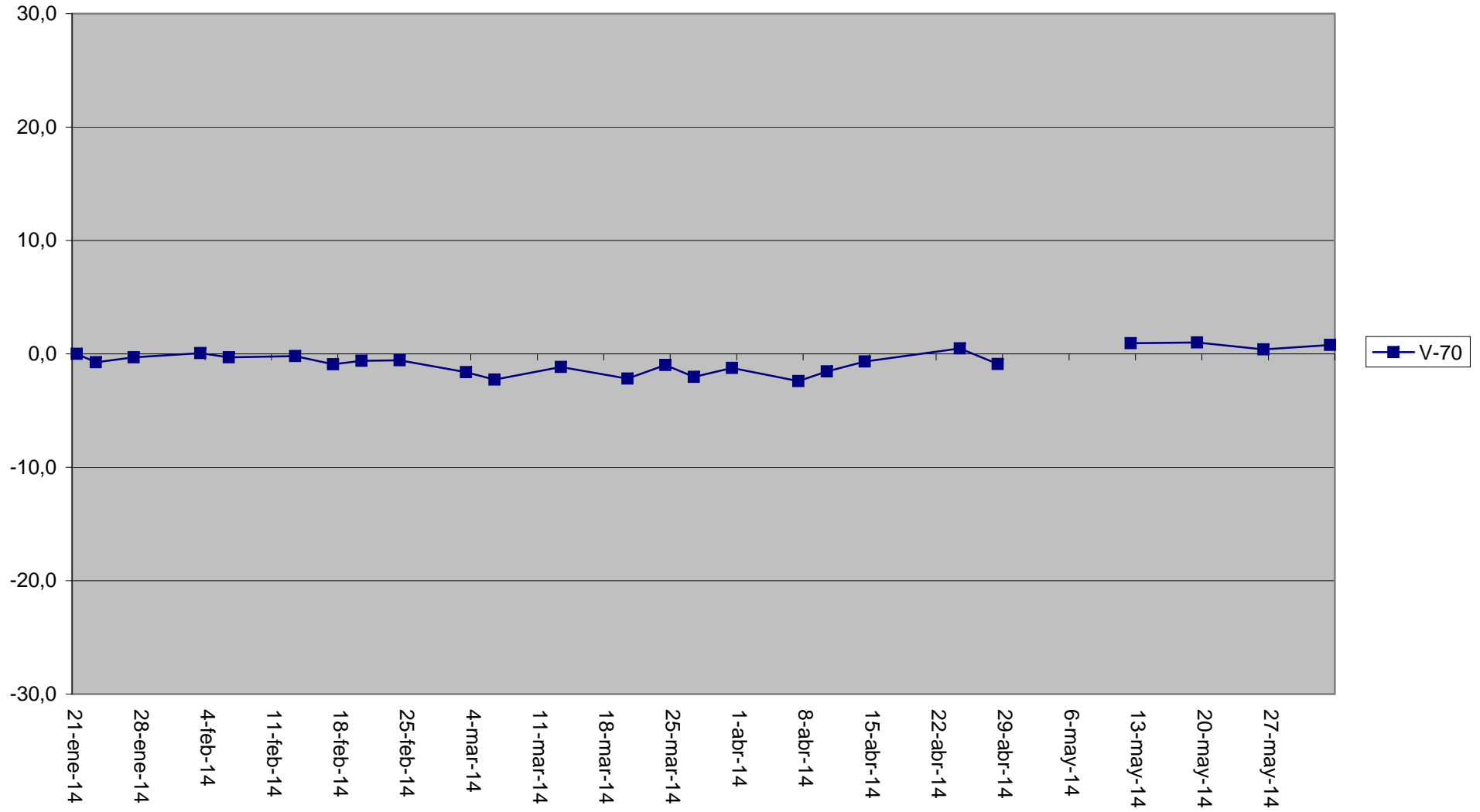
V-68



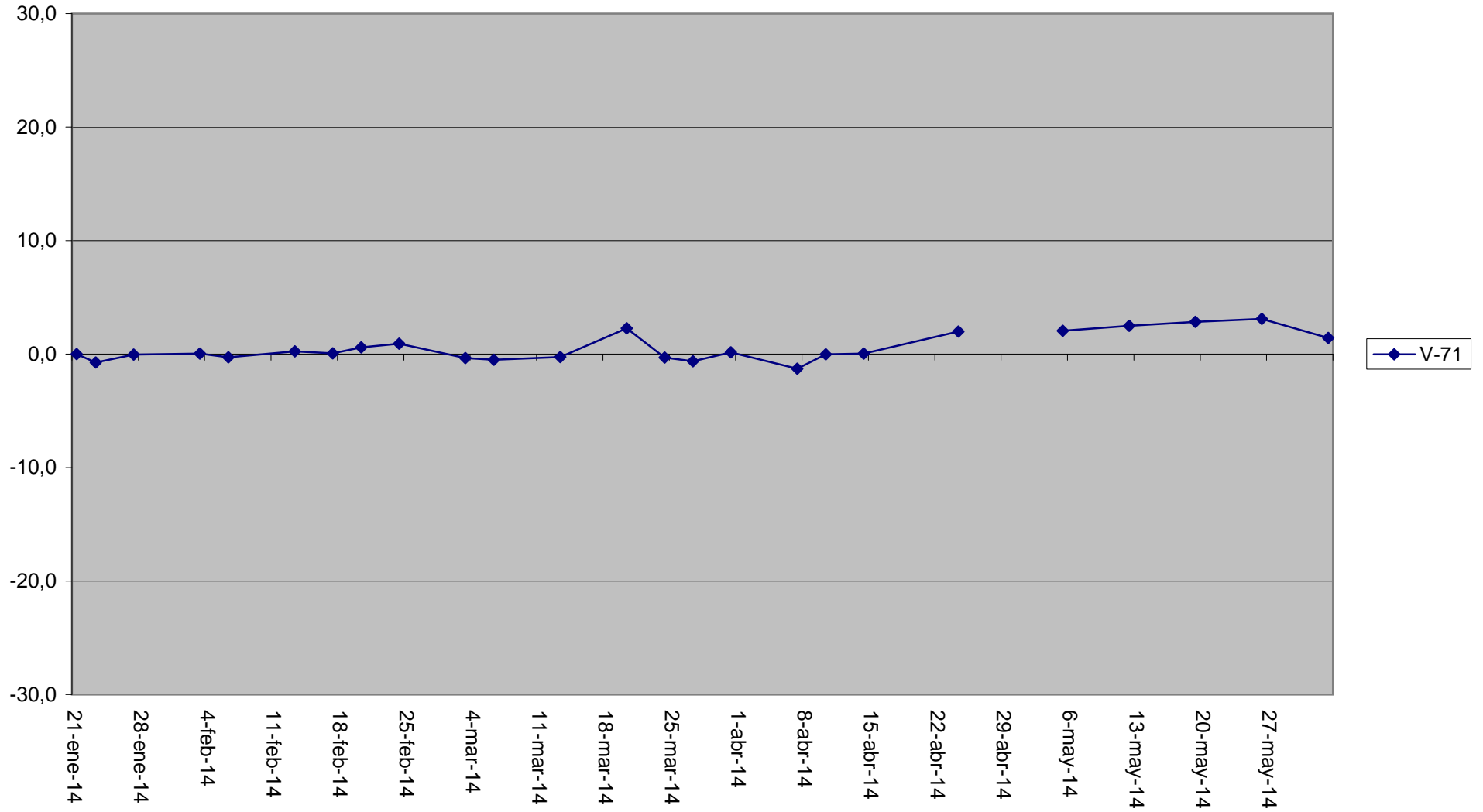
V-69



# V-70

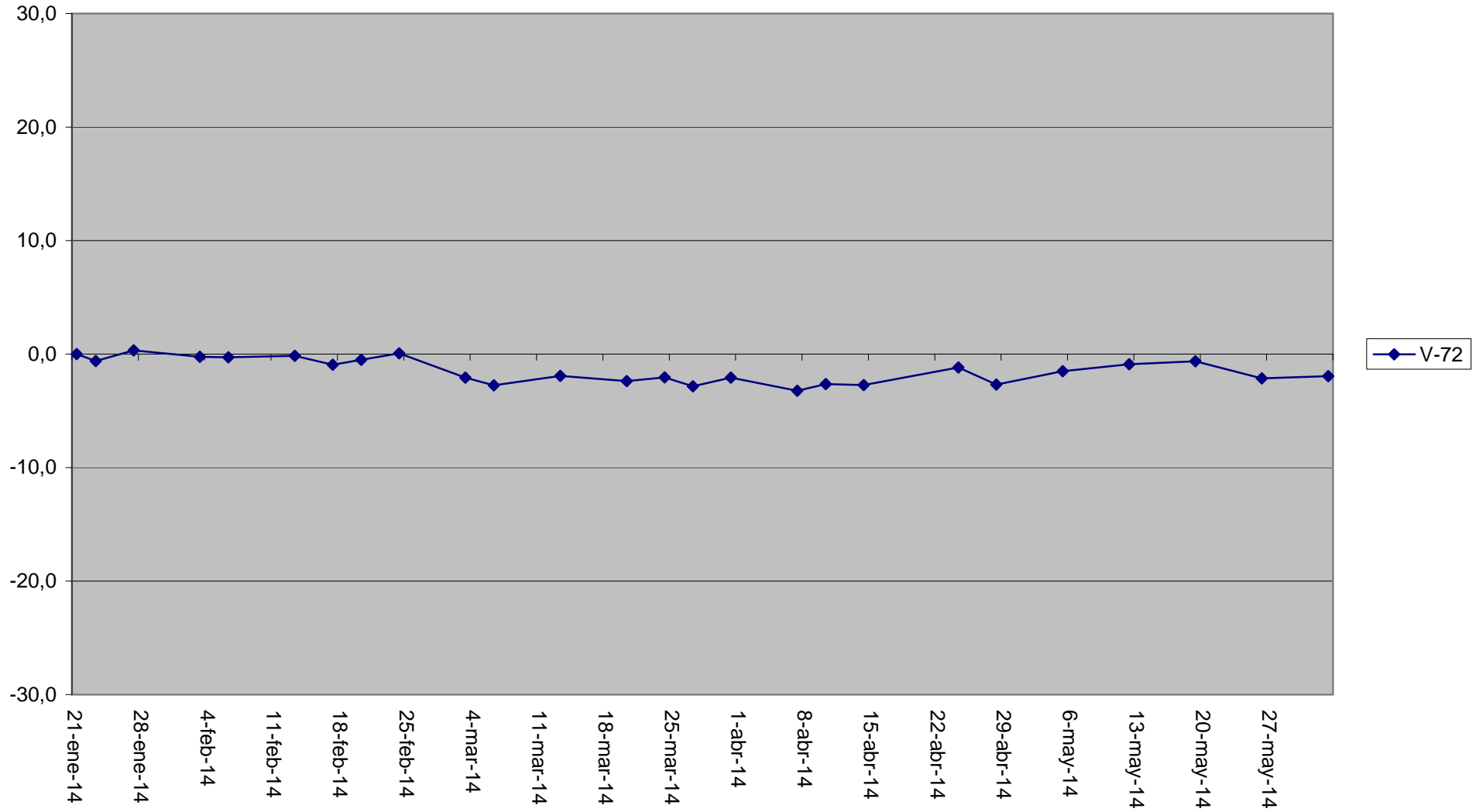


V-71

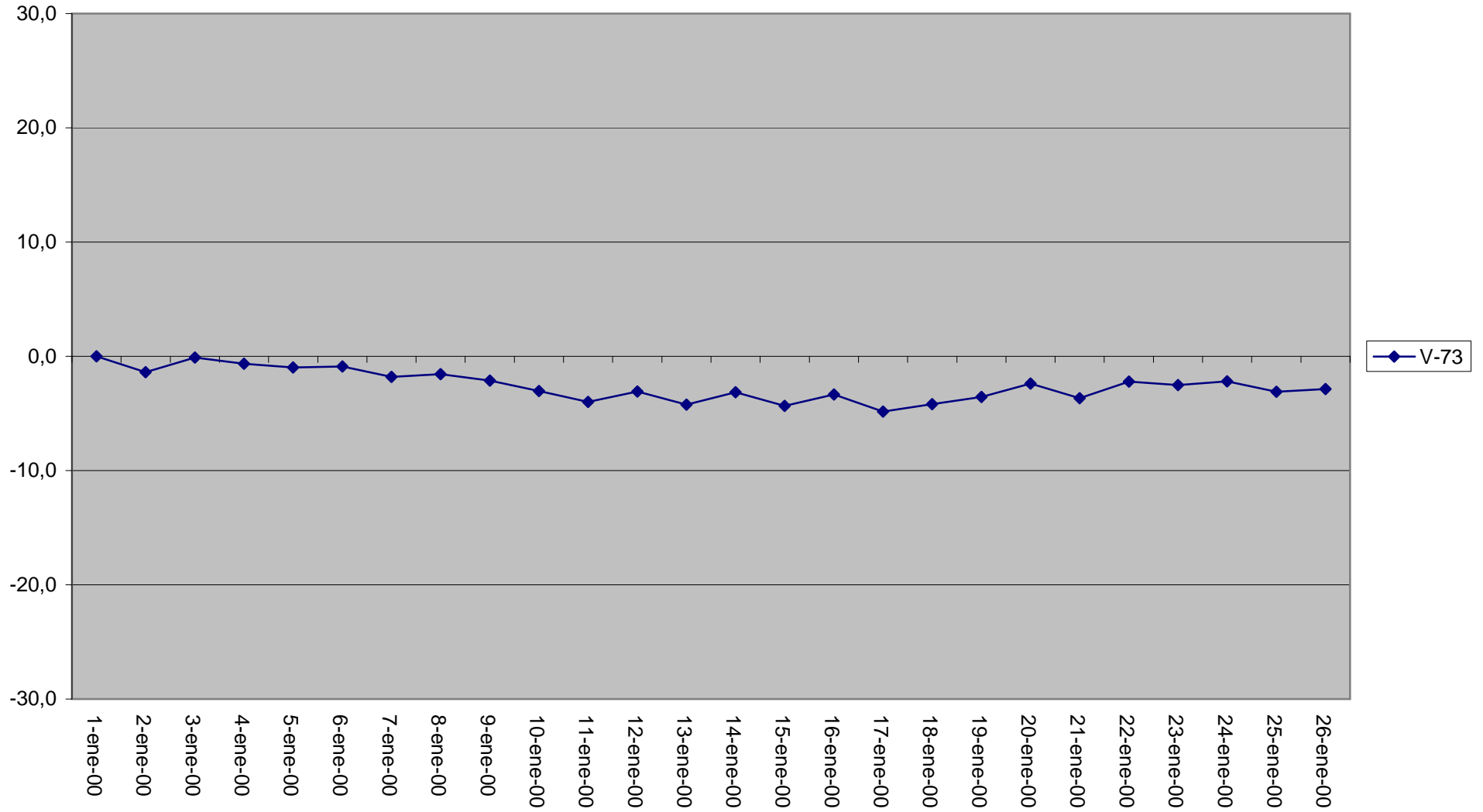




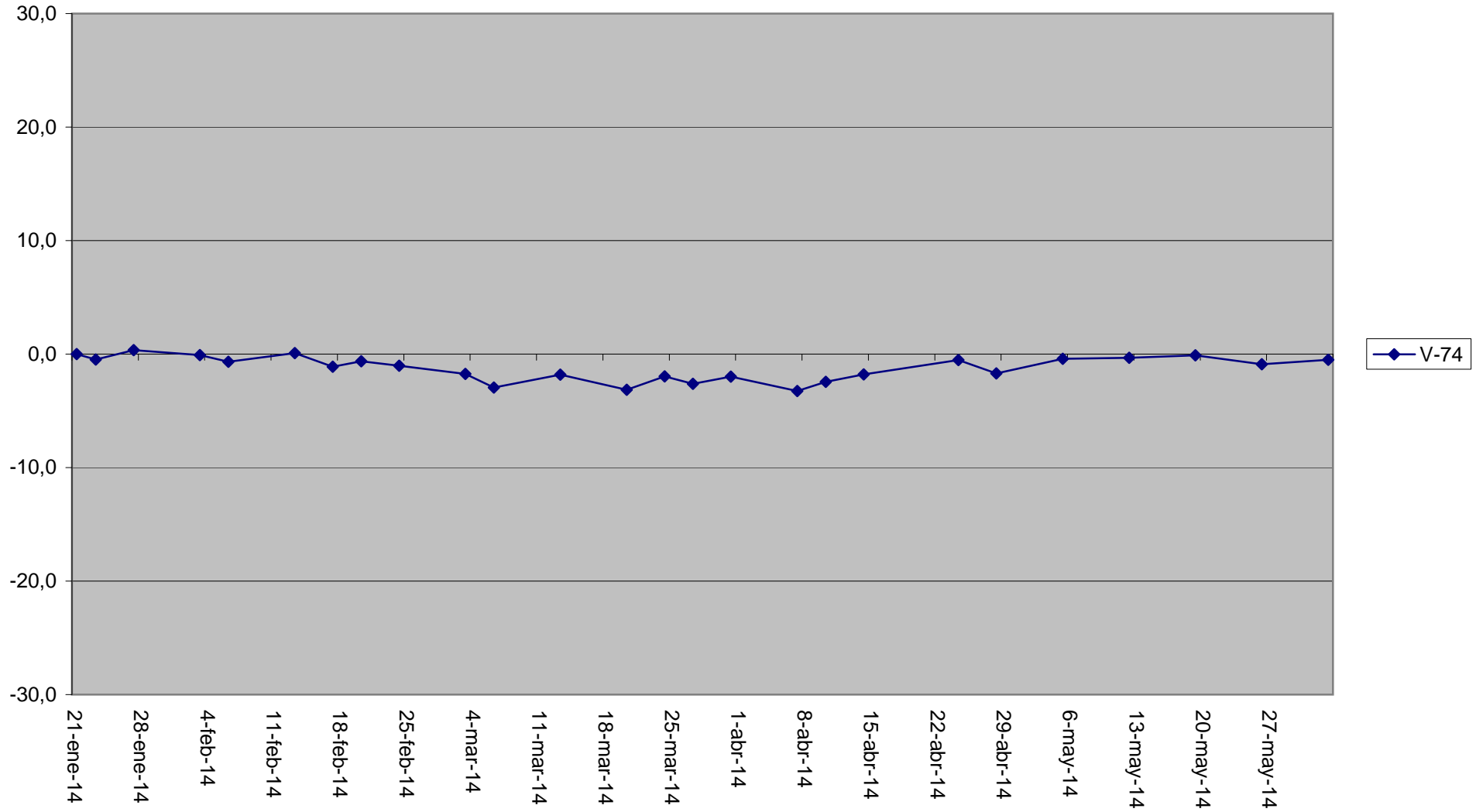
V-72



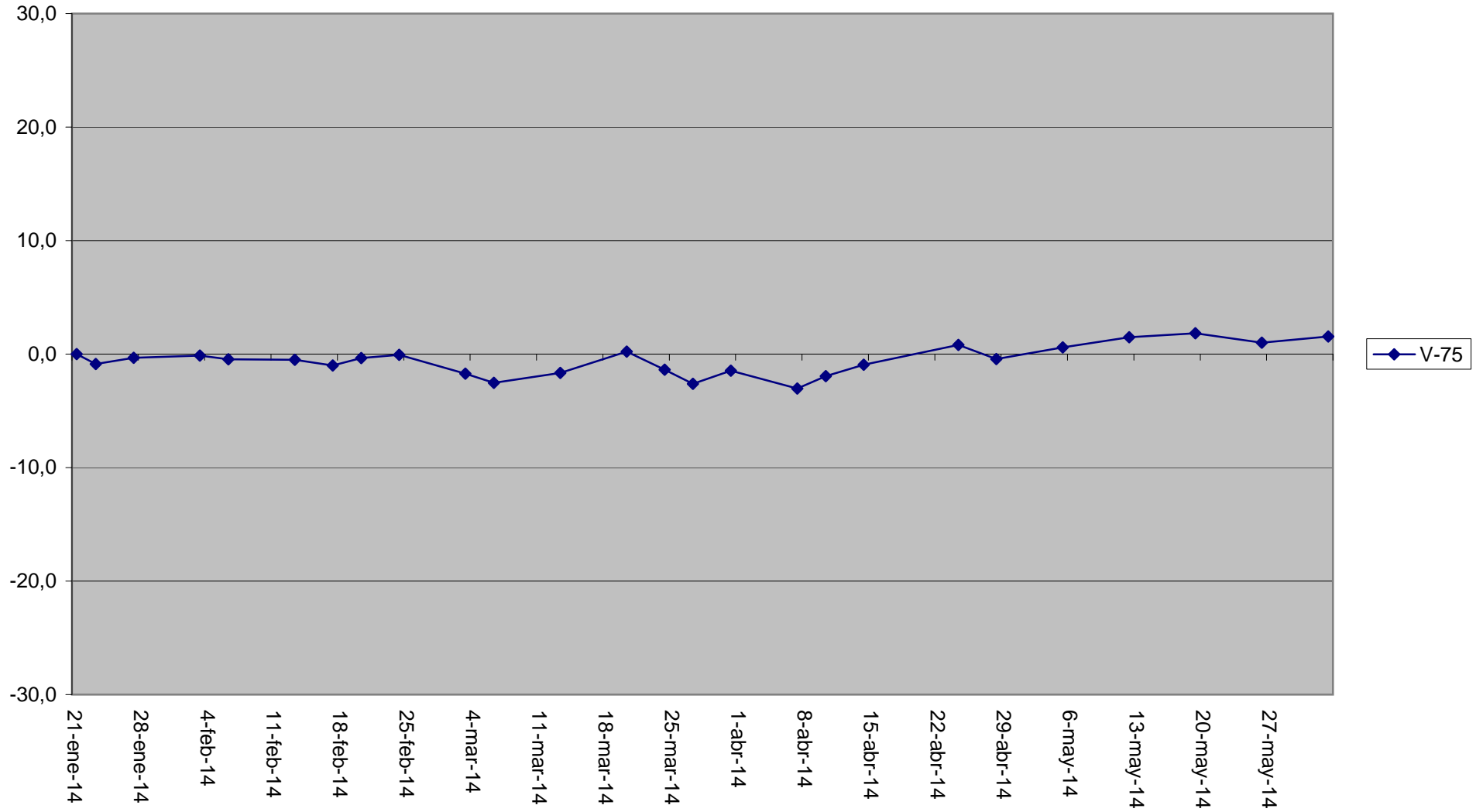
V-73



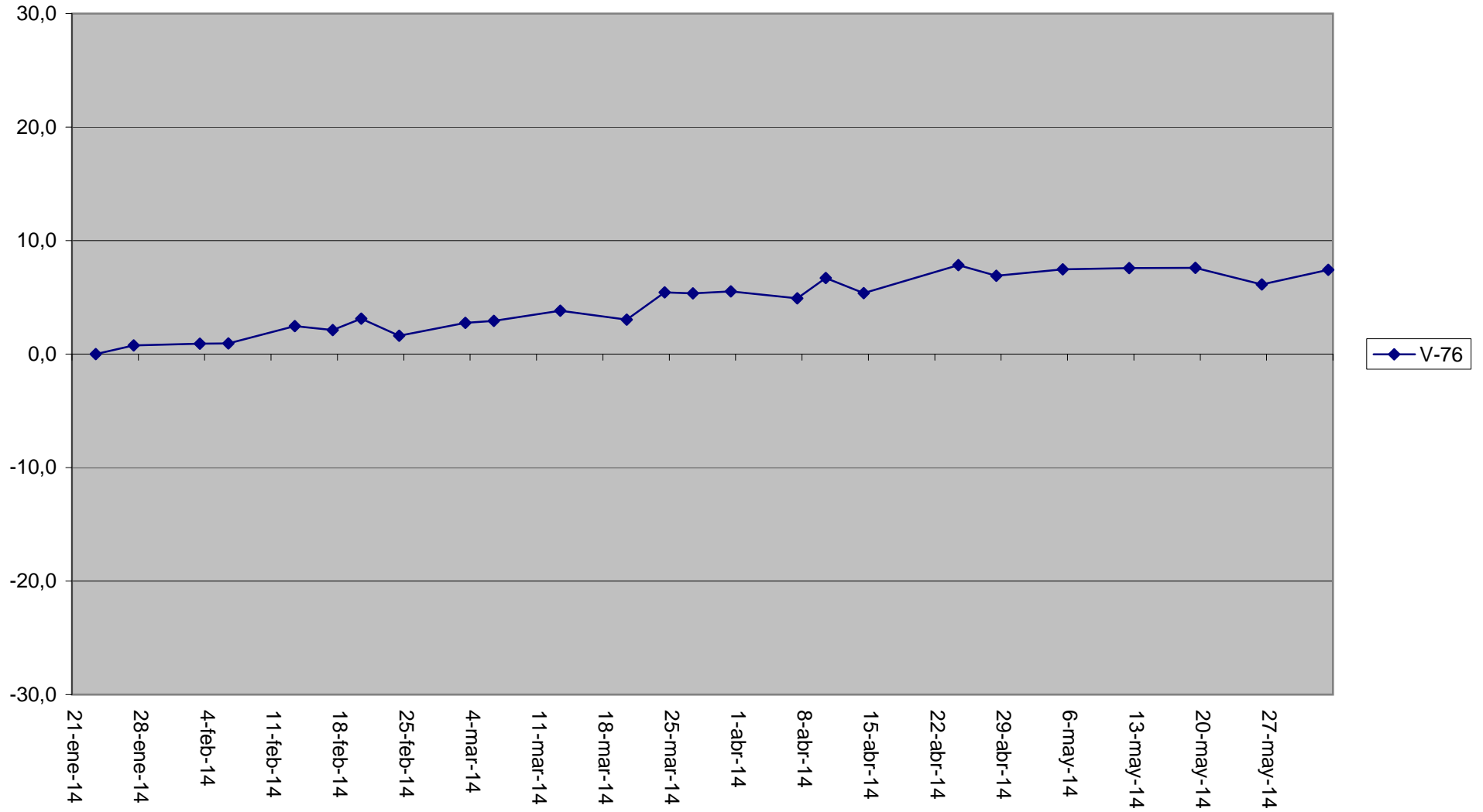
V-74



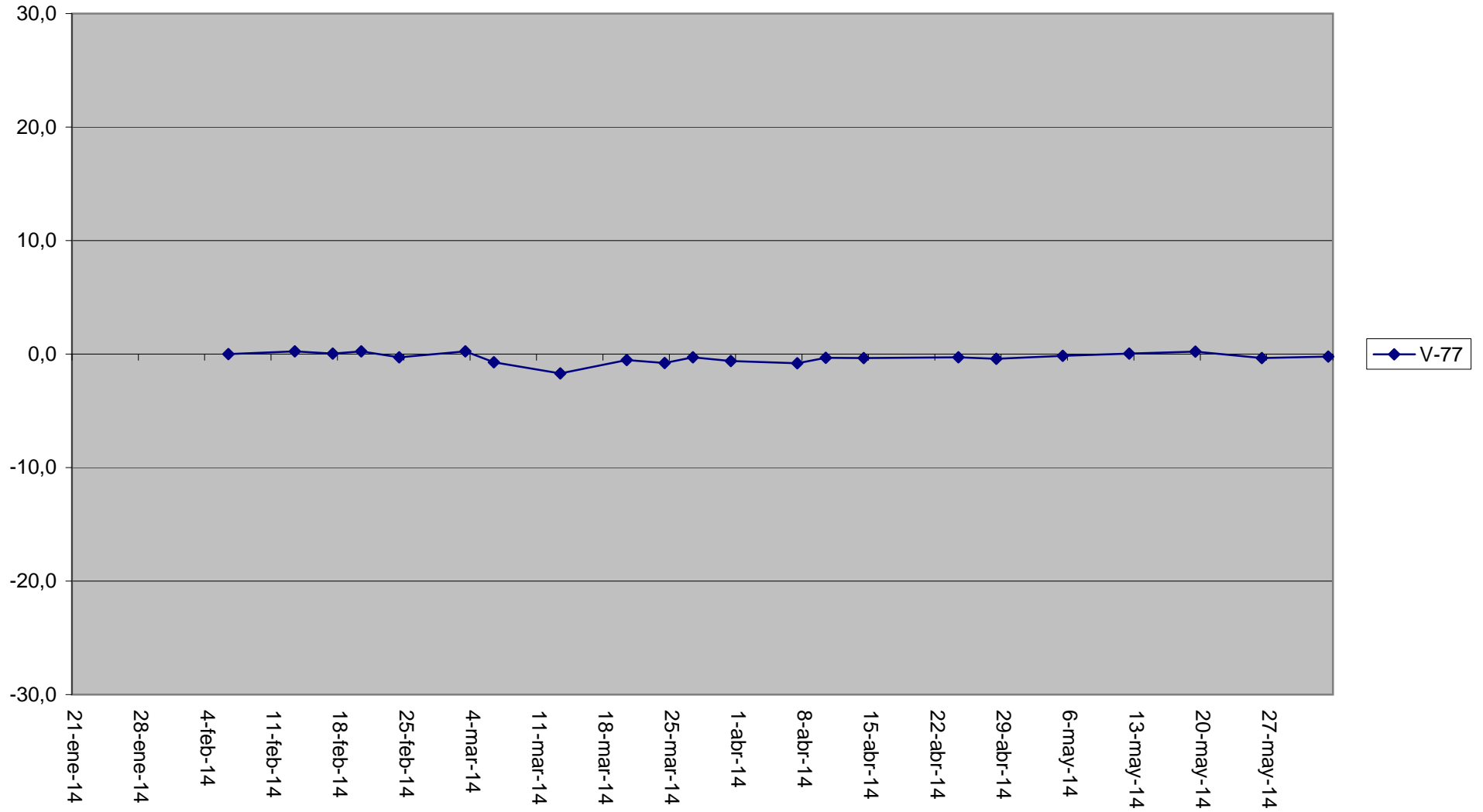
# V-75



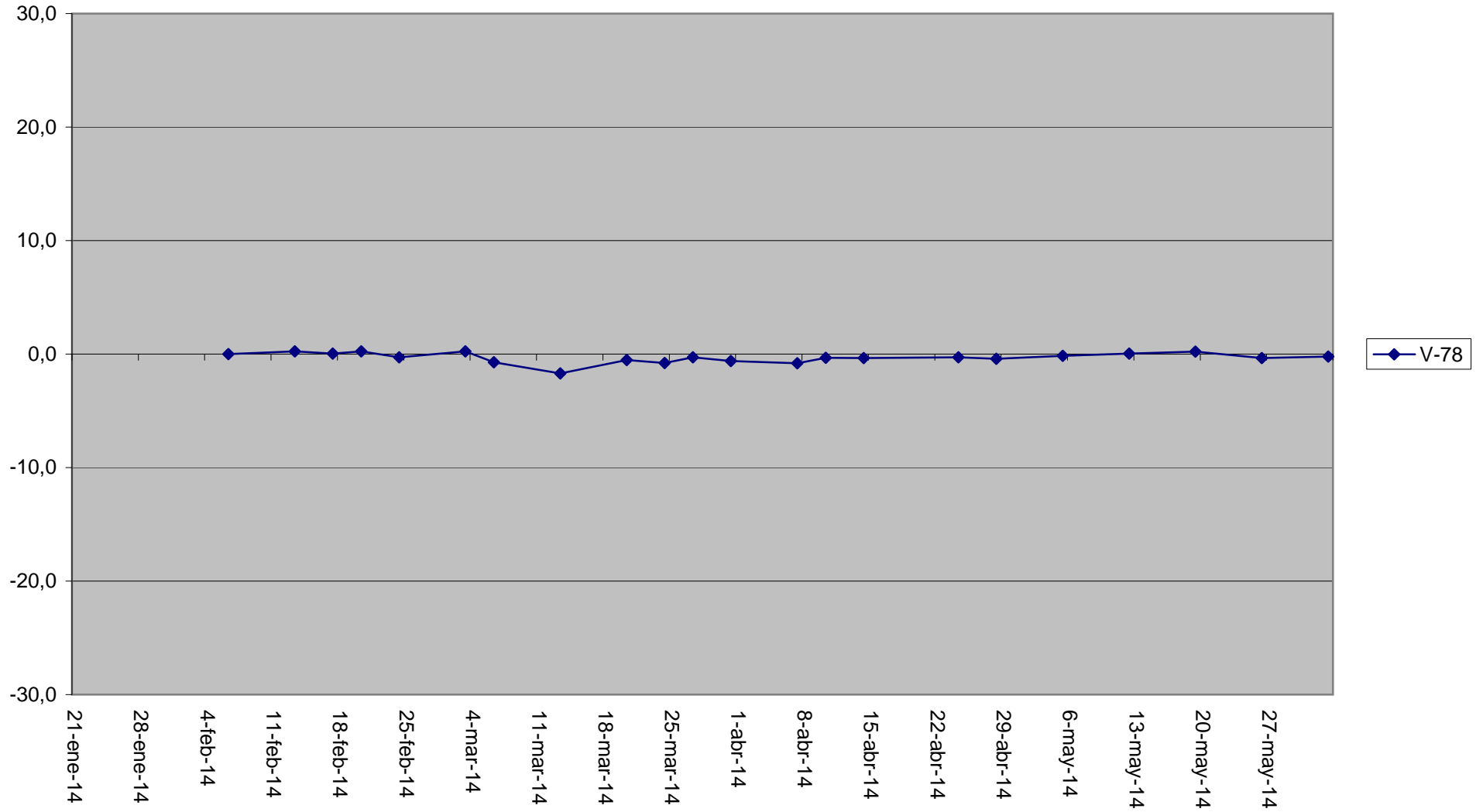
V-76



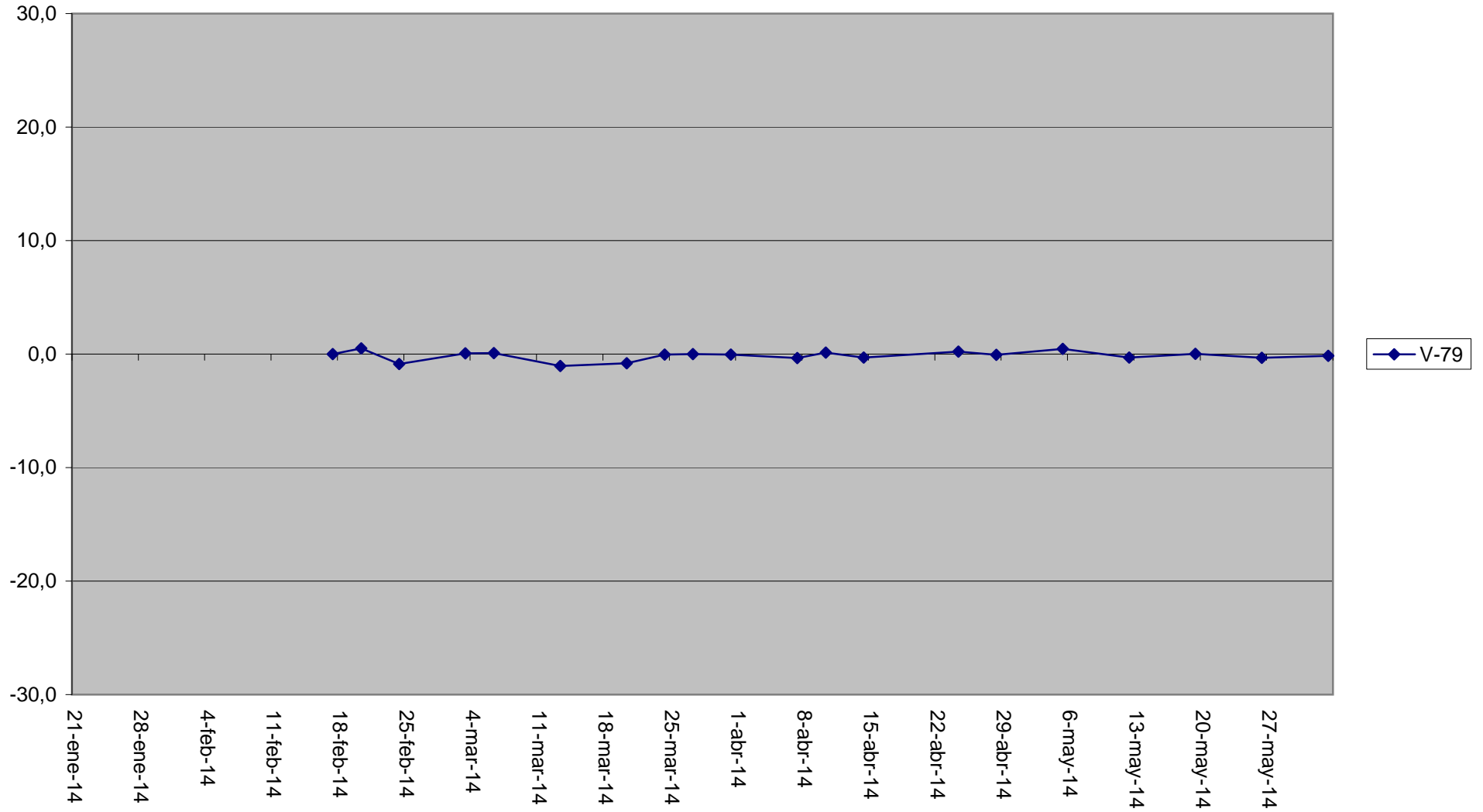
V-77



V-78



V-79







ANEJO Nº 4

VECTORES DE DESPLAZAMIENTO DE LOS PUNTOS EN DE CONTROL  
TOPOGRÁFICO XY

