

# ANALISIS DE CICLICIDAD

## **DECLARACION - DISCLAIMER**

**Los presentadores han utilizado numerosas ilustraciones propias, tomadas de internet y publicaciones de diferentes autores, con el único objetivo de apoyar la presentación. Estos recursos se utilizan sin menoscabo de los derechos de autor (autores) debidamente referenciados y serán utilizados estrictamente para fines académicos y de divulgación del conocimiento, sin que los presentadores reciba retribución económica alguna.**

**The presenters have used numerous illustrations of her own, taken from the internet and publications by various authors, for the sole purpose of supporting the presentation. These resources are used without prejudice to the copyrights of the authors, duly referenced, and will be used strictly for academic and knowledge dissemination purposes, without the presenters receiving any financial compensation.**



# FUNDAMENTOS



# QUE ES LA TEORIA DE MILANKOVITCH?

SE LLAMA MILANKOVITCH O TEORIA ASTRONOMICA DEL CAMBIO CLIMATICO A UNA TEORIA QUE EXPLICA LOS CAMBIOS EN LAS ESTACIONES (es esto cierto, es decir postula que las estaciones son el producto de la orbita de la tierra?) COMO UN RESULTADO DE LA ORBITA DE LA TIERRA ALREDEDOR DEL SOL.

LA TEORIA DEBE SU NOMBRE AL ASTRONOMO SERBIO MILUTIN MILANKOVITCH, QUIEN CALCULO ESTOS PEQUEÑOS CAMBIOS EN LA ORBITA DE LA TIERRA CON GRAN CUIDO Y DETALLE. PARA ELLO SE VALIO DE LA POSICION DE LAS ESTRELLAS, PLANETAS Y ECUACIONES GRAVITACIONALES.

LAS ESTACIONES PUEDEN VERSE ACENTUADAS O MODIFICADAS POR LA EXCENTRICIDAD DE LA ORBITA ALREDEDOR DEL SOL.

**LA TEORÍA DE MILANKOVITCH TAMBIEN LLAMADAS FUERZAS DE  
MILANKOVITCH SE DEBEN**

**(las fuerzas son causadas por los cambios de insolacion, la teoria  
se basa en este fundamento)**

**A LOS CAMBIOS DE INSOLACION  
PRODUCIDOS POR PERTURBACIONES EN LA GEOMETRÍA DE LA  
ORBITA DE LA TIERRA ALREDEDOR DEL SOL**

**ESTAS FUERZAS CONSTITUYEN LA BASE DE LA TEORÍA  
ASTRONÓMICA DE LAS GLACIACIONES. (esto se repite al final de esta misma  
pagina)**

**LA EVIDENCIA QUE SOPORTA ESTA TEORIA PROVIENE DE PRUEBAS  
GEOLOGICAS Y OCEANICAS QUE MUESTRAN LOS MISMOS PATRONES  
DE FRECUENCIA QUE AQUELLOS QUE PROPONE EL CIENTIFICO  
SERBIO MILUTIN MILANKOVITCH PARA LOS CAMBIOS CLIMATICOS.**

**ESTOS MODELOS MUESTRAN QUE LAS FUERZAS DE MILANKOVITCH  
SON LAS RESPONSABLES POR LOS PERIODOS DE GLACIACION.**

**SE TRABAJA CON SECUENCIAS Y CAMBIOS CLIMATICOS  
LAS SUPERSECUENCIAS (SEGUNDO ORDEN) SON LAS MEJORES PARA LAS CORRELACIONES REGIONALES Y PREDECIR  
LAS DISTRIBUCIONES DE ARENAS.** (ojo, las secuencias de

segundo orden, segun Vail et al., 1977, tienen su origen en ciclos eustáticos inducidos por cambios de volumen del sistemas de rift oceánicos. Los ciclos a los que

se le atribuye el efecto Milankovitch son de cuarto y quinto orden).

**LAS SECUENCIAS (TERCER ORDEN), SON LAS MEJORES PARA DETALLAR BLOQUES, CAMPOS O HACER CORRELACIONES EN MENOR ESCALA**

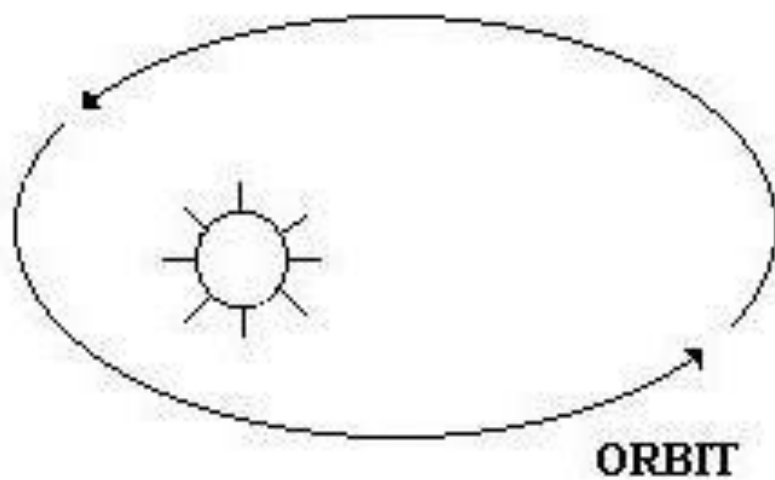
**UN CICLO DE ALTO ORDEN REPRESENTA LAS FUERZAS ORBITALES DE MILANKOVITCH Y SON UTILIZADOS COMO PARAMETROS CUANTITATIVOS EN LOS ANALISIS DE REGISTROS DE CICLICIDAD.**

**ESTO INCLUYE LAS CALIBRACIONES DE LIMITES DE SECUENCIAS Y LAS SUPERFICIES DE MAXIMA INUNDACION, LA DETERMINACION DE EDAD ABSOLUTA, LA ESTIMACION DEL TIEMPO DE ACUMULACION DE ROCA Y LOS PATRONES DE RECONOCIMIENTO DE LA TENDENCIA DE LA ACUMULACION NETA Y SU TASA DE VARIACION.**

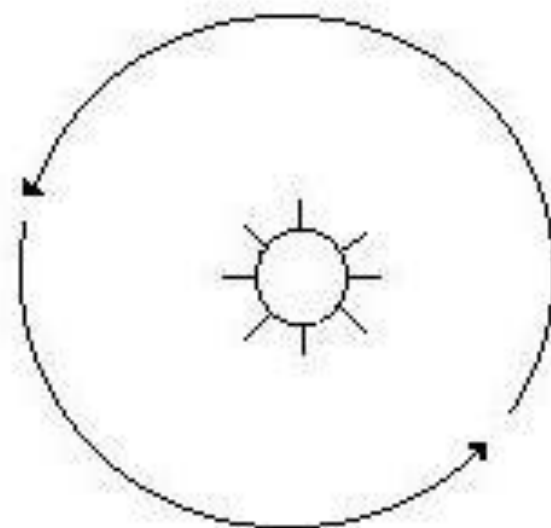


# **ECCENTRICITY**

**MORE ELLIPTICAL**

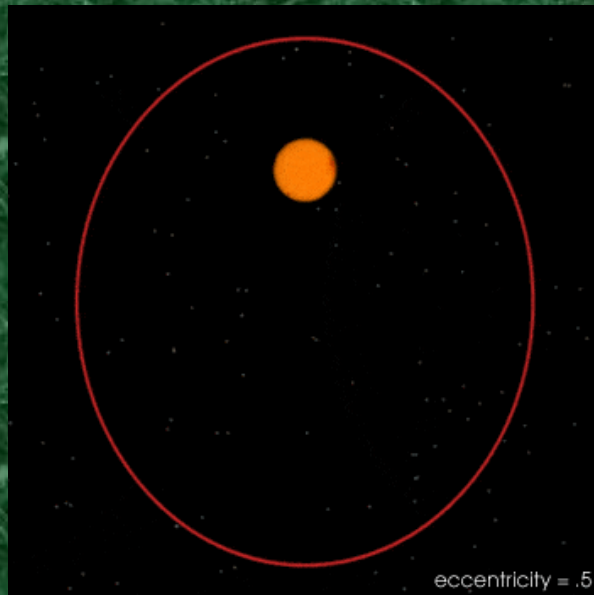


**LESS ELLIPTICAL**



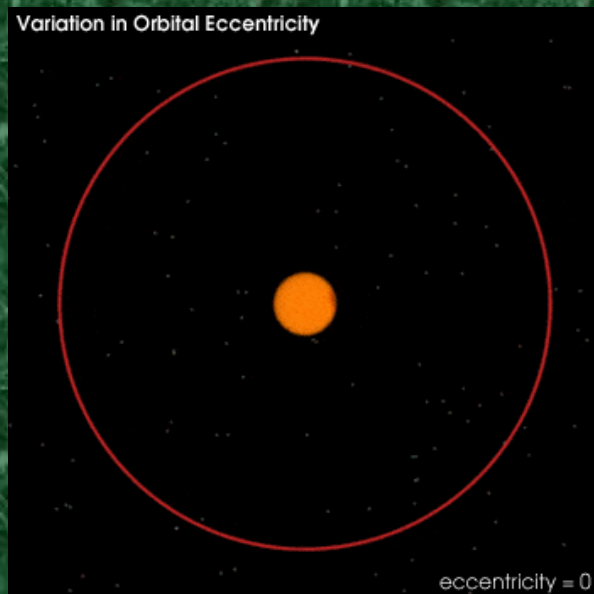
**PERIODICITY:**

**100,000 YEARS**



**LA EXCENTRICIDAD ES LA MEDIDA DE LA ELIPSE. SI LA EXCENTRICIDAD ES CERO, LA ORBITA ESTARIA DESCRIBIENDO UN CIRCULO. SI LA ORBITA ES MAS ELIPTICA LA EXCENTRICIDAD ES MAS ALTA.**

**LOS CAMBIOS EN LA EXCENTRICIDAD SE CORRESPONDEN CON VARIACIONES EN LA DISTANCIA ENTRE LA TIERRA Y EL SOL**



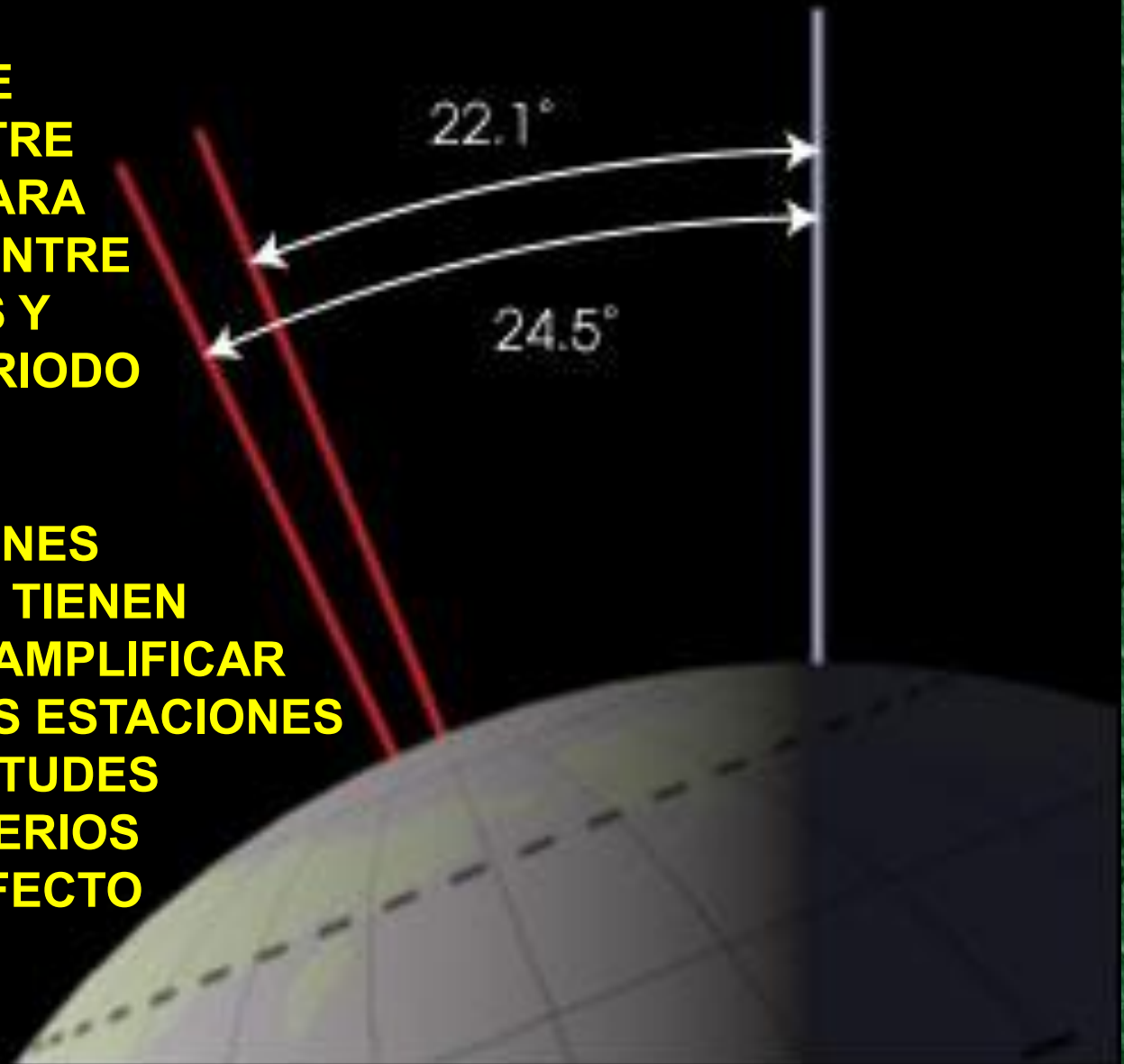
**LA VARIACION DE LA EXCENTRICIDAD TIENE UN PERIODO DE CERCA DE 100.000 AÑOS Y 400.000 AÑOS. ESTA VARIACION PRODUCE UN MAXIMO CAMBIO EN LA INSOLACION DE 0.2%, LO QUE ES SUFICIENTE PARA PRODUCIR UN FUERTE CAMBIO EN LA RADIACION.**



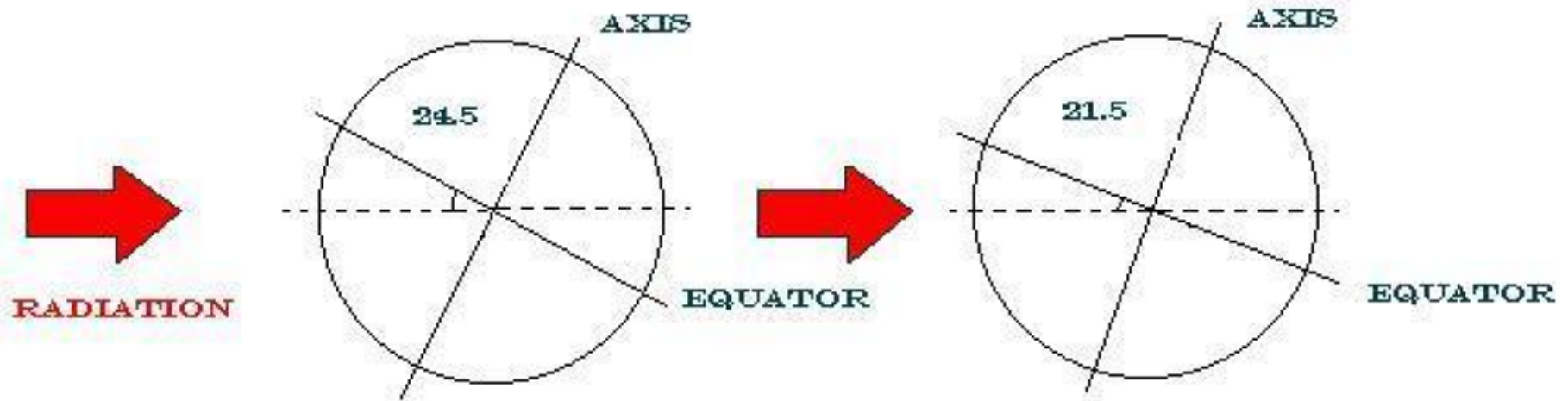
## Variation in Axial Obliquity

**LA TIERRA ROTA  
SOBRE UN EJE QUE  
PUEDE VARIAR ENTRE  
22 Y 25 GRADOS, PARA  
OTROS AUTORES ENTRE  
22.1 Y 24.5 GRADOS Y  
ESTO TIENE UN PERIODO  
DE 41.000 AÑOS.**

**LAS PERTURBACIONES  
EN LA OBLIQUIDAD TIENEN  
UNA TENDENCIA A AMPLIFICAR  
LOS CICLOS DE LAS ESTACIONES  
EN LAS ALTAS LATITUDES  
DE AMBOS HEMISFERIOS  
CON SU MAXIMO EFECTO  
EN LOS POLOS**



# *AXIAL TILT*

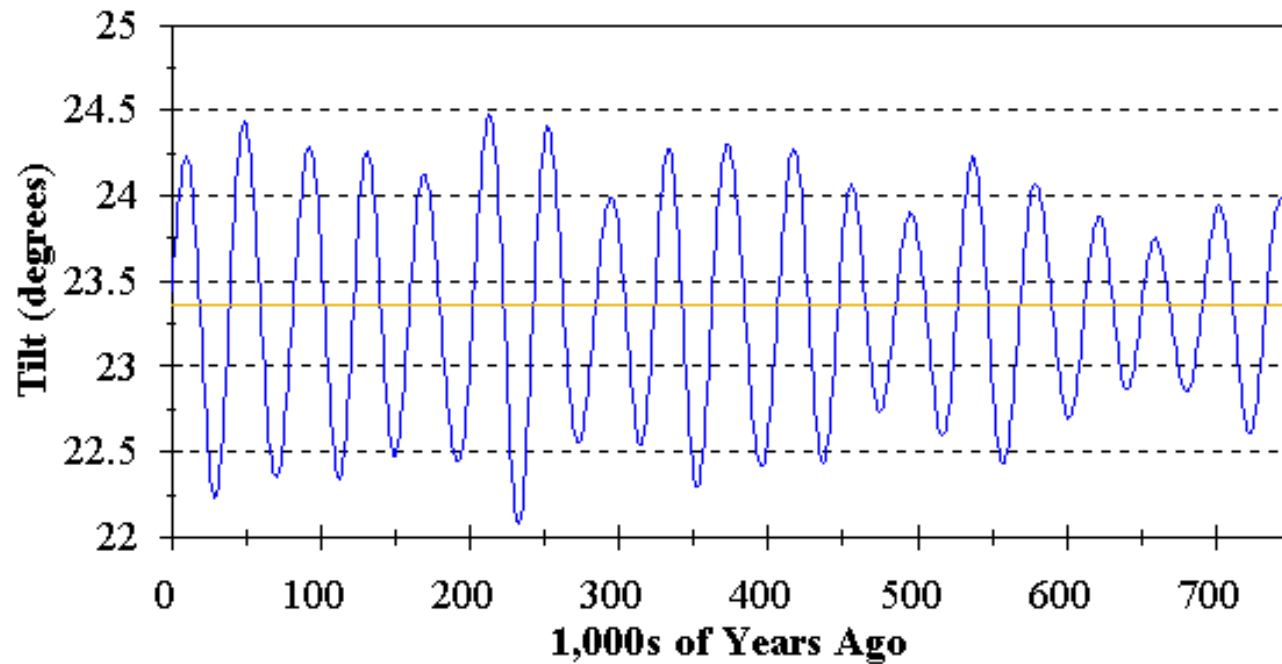


**PERIODICITY:**

**41,000 YEARS**

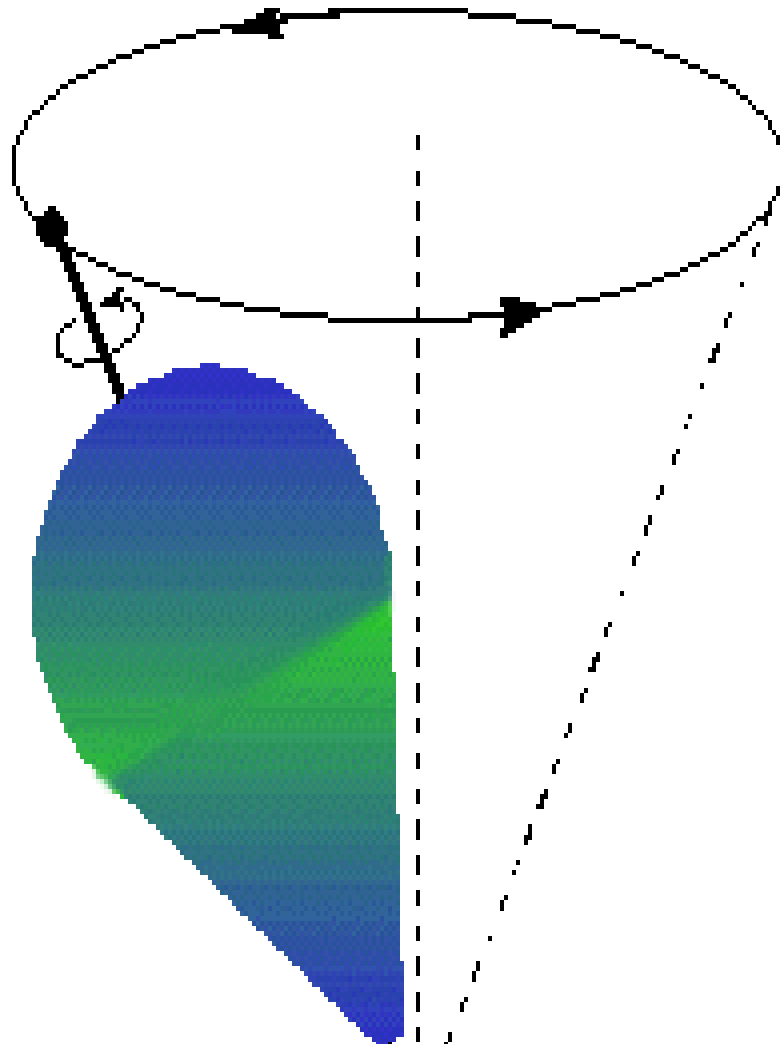
**LA OBLIQUIDAD ES EL ANGULO ENTRE EL PLANO ECUATORIAL  
Y EL PLANO ORBITAL**

## Milankovitch Factors Tilt



**ESTE GRAFICO MUESTRA LA VARIACION DE INCLINACION DEL  
EJE DE LA TIERRA EN LOS ULTIMOS 750.000 AÑOS**





**PRECESION**

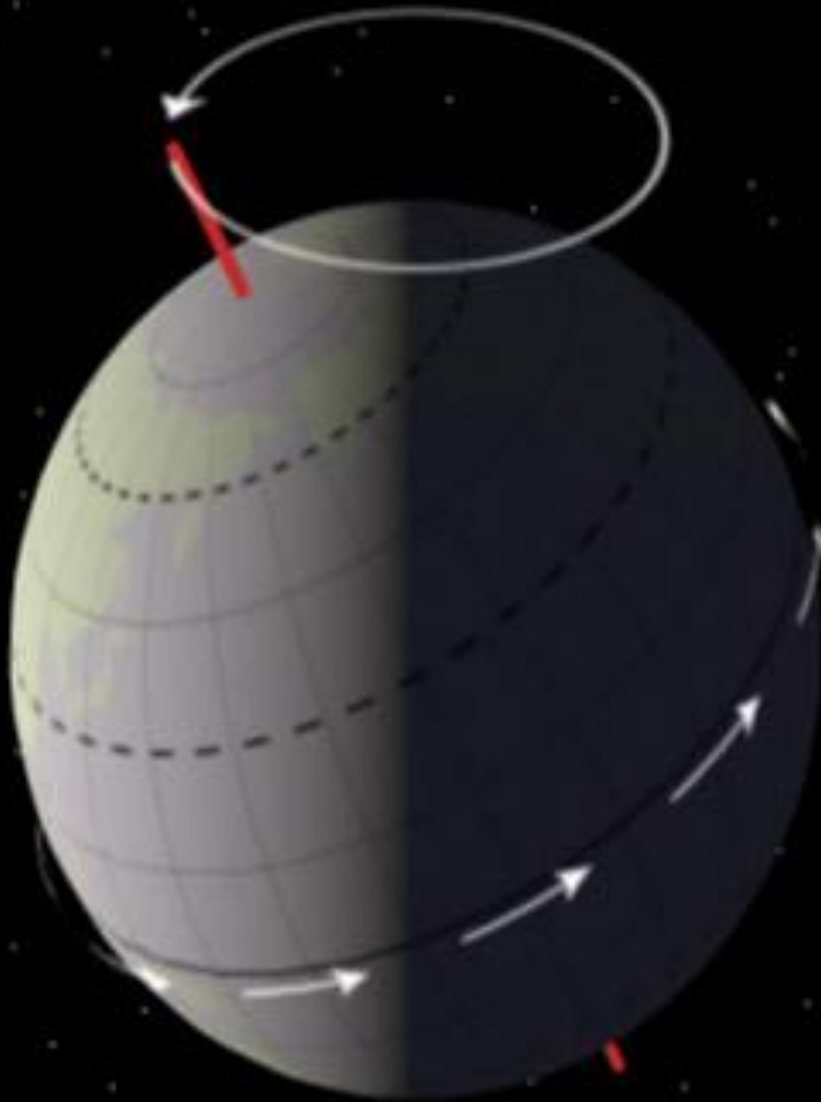
**EXISTEN DOS COMPONENTES  
QUE PRODUCEN PERTURBACION  
EN LA PRECESION: AXIAL Y  
ELIPTICA**

**LA AXIAL OCURRE POR EL  
TORQUE DEL SOL Y LOS  
PLANETAS EN LA PROTUBERANCIA  
EQUATORIAL CAUSANDO LA  
ROTACION DEL EJE ESTO DESCRIBE  
CIRCULOS EN EL ESPACIO CON  
UN PERIODO DE 26.000 AÑOS**

**LA PRECESION ELIPTICA ES DONDE  
LA ORBITA ELIPTICA ROTA CON  
RESPECTO AL SOL.**

**LA COMBINACION DE ESTAS DOS  
PERTURBACIONES DA COMO  
RESULTADO  
LA PRECESION EQUINOCCIAL**

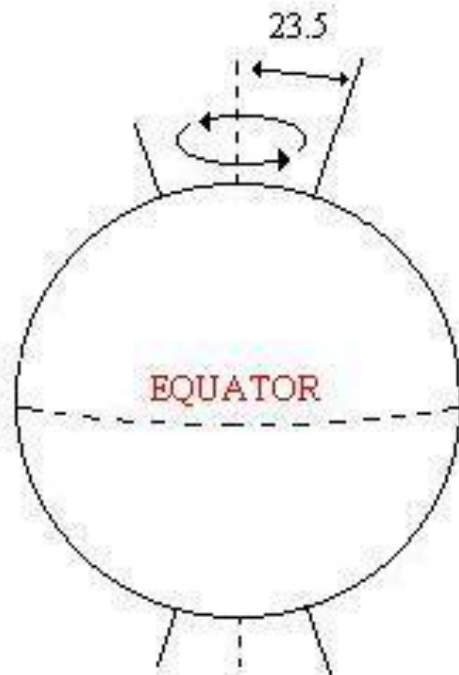
# PRECESION



LOS EFECTOS DE LA PRECESION PUEDEN CAUSAR INVIERNOS MENOS INTENSOS Y VERANOS MAS FRESCOS EN UN HEMISFERIO Y LO CONTRARIO EN EL OTRO HEMISFERIO.

EL EFECTO ES MAS PRONUNCIADO EN EL ECUADOR

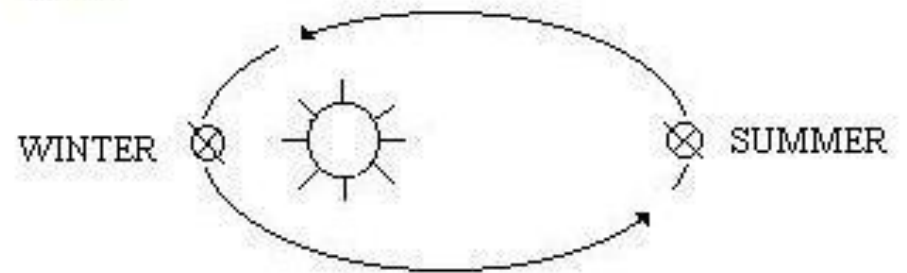
# PRECESION



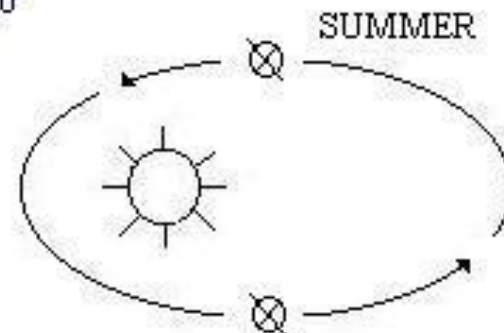
PERIODICITY:

C. 23,000 YEARS

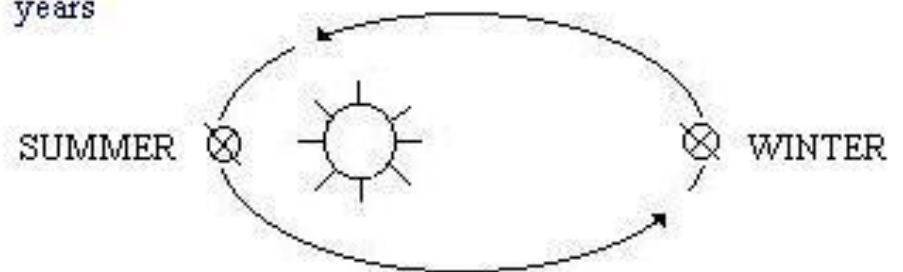
1. Now



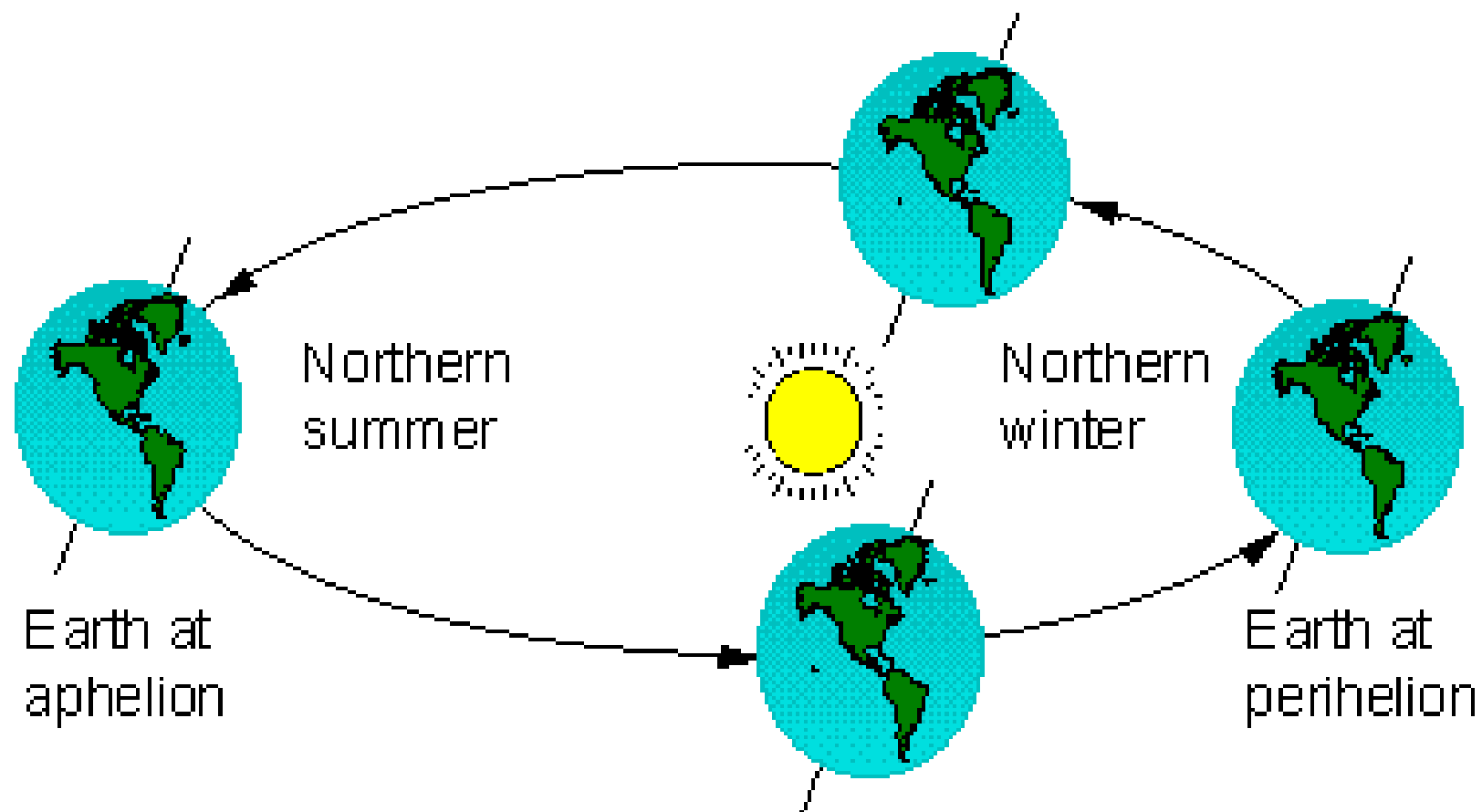
2. In c. 5,250 years



3. In c. 10,500 years



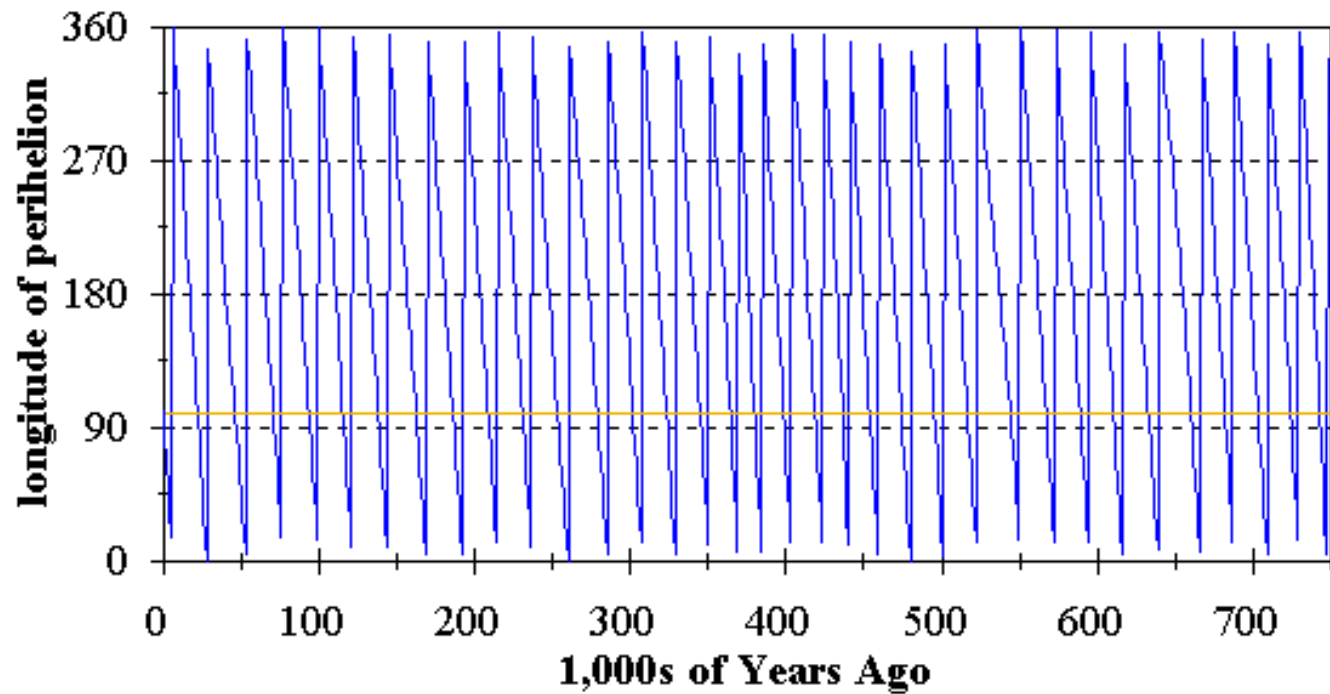




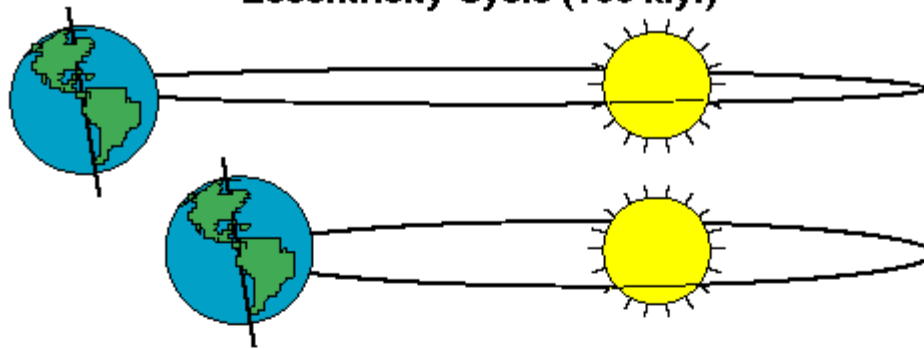
Precession of the equinoxes 19,000-23,000 years

# EL PRESENTE GRAFICO MUESTRA LA PRECESION EN LOS ULTIMOS 750.000 AÑOS

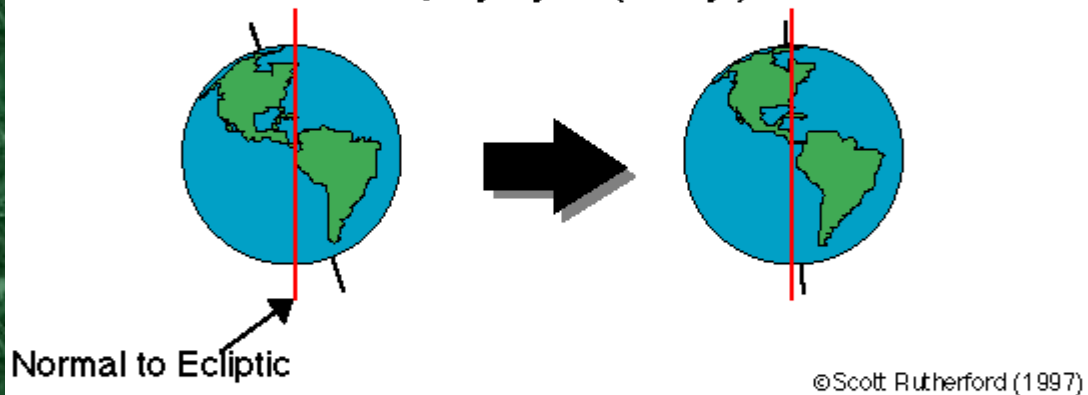
## Milankovitch Factors Precession of Equinox



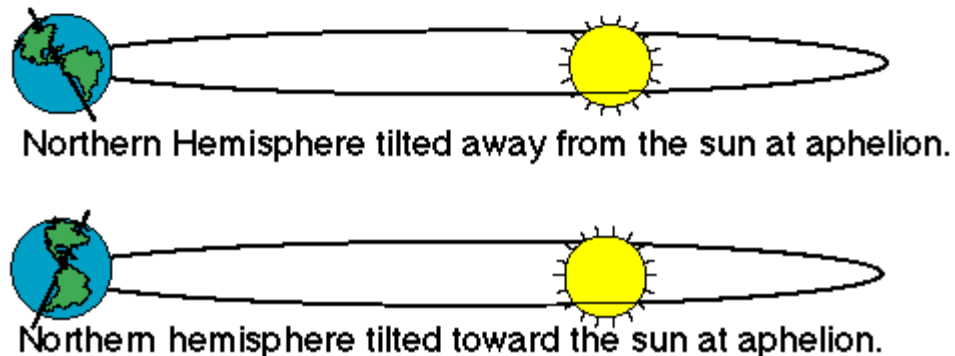
### Eccentricity Cycle (100 k.y.)



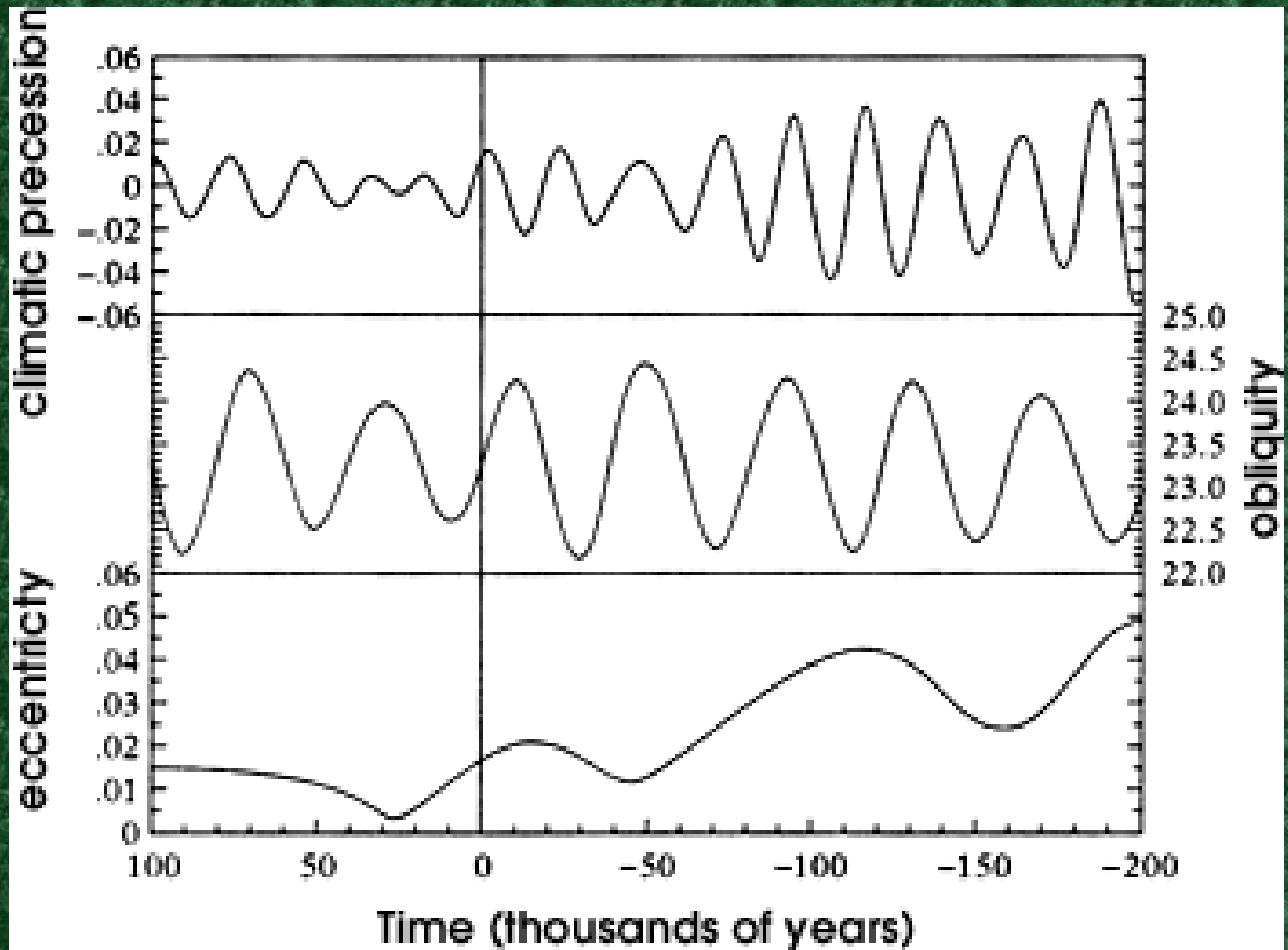
### Obliquity Cycle (41 k.y.)

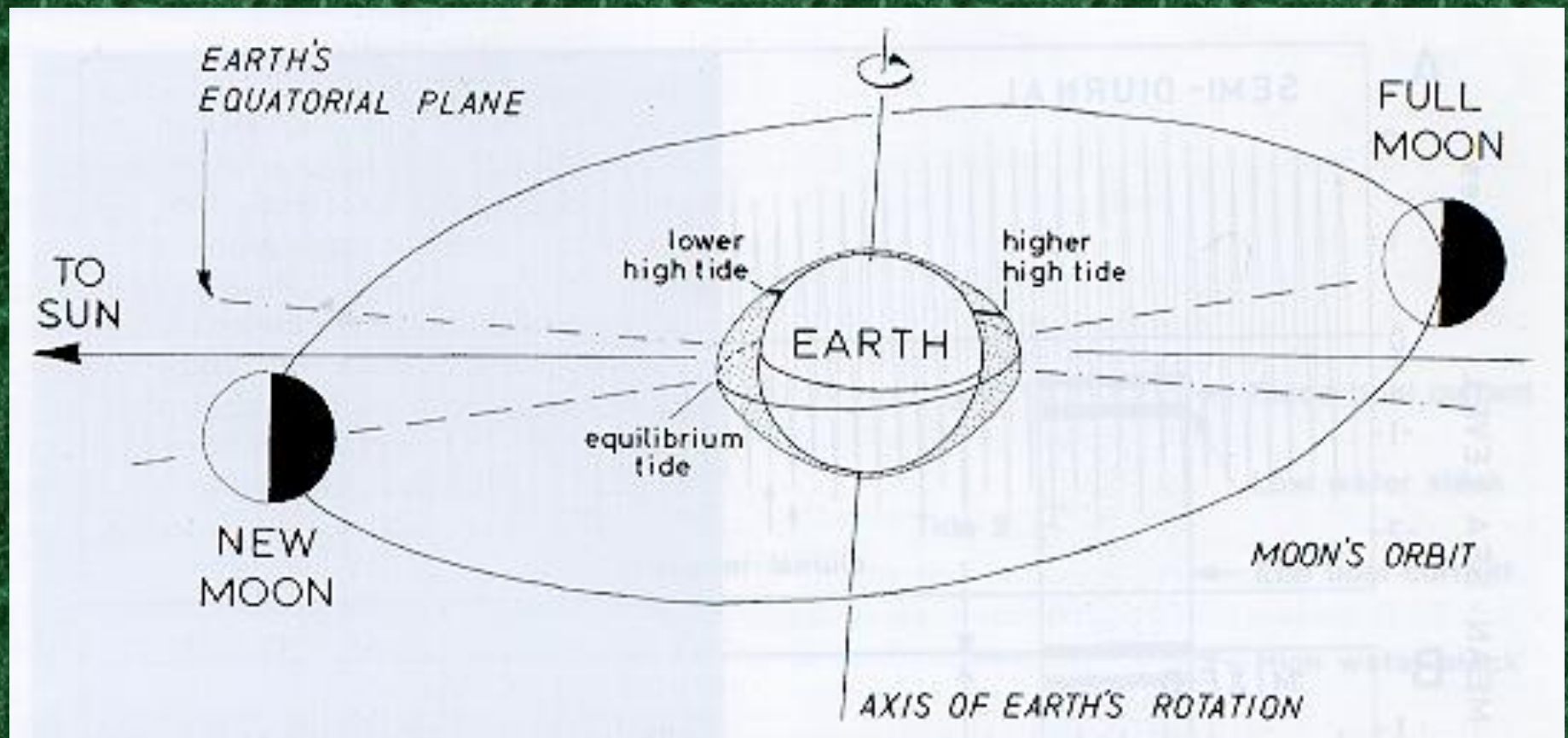


### Precession of the Equinoxes (19 and 23 k.y.)

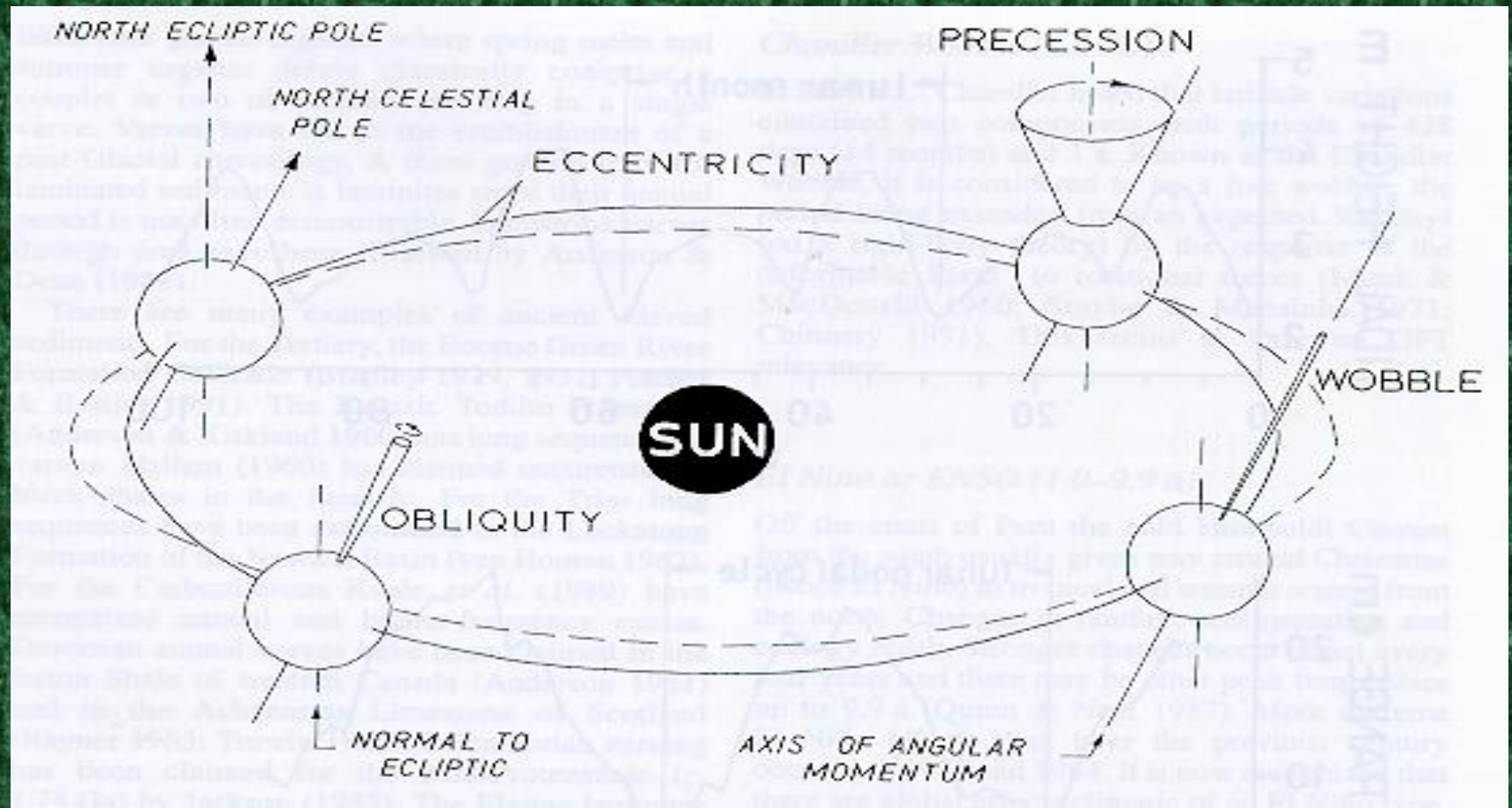






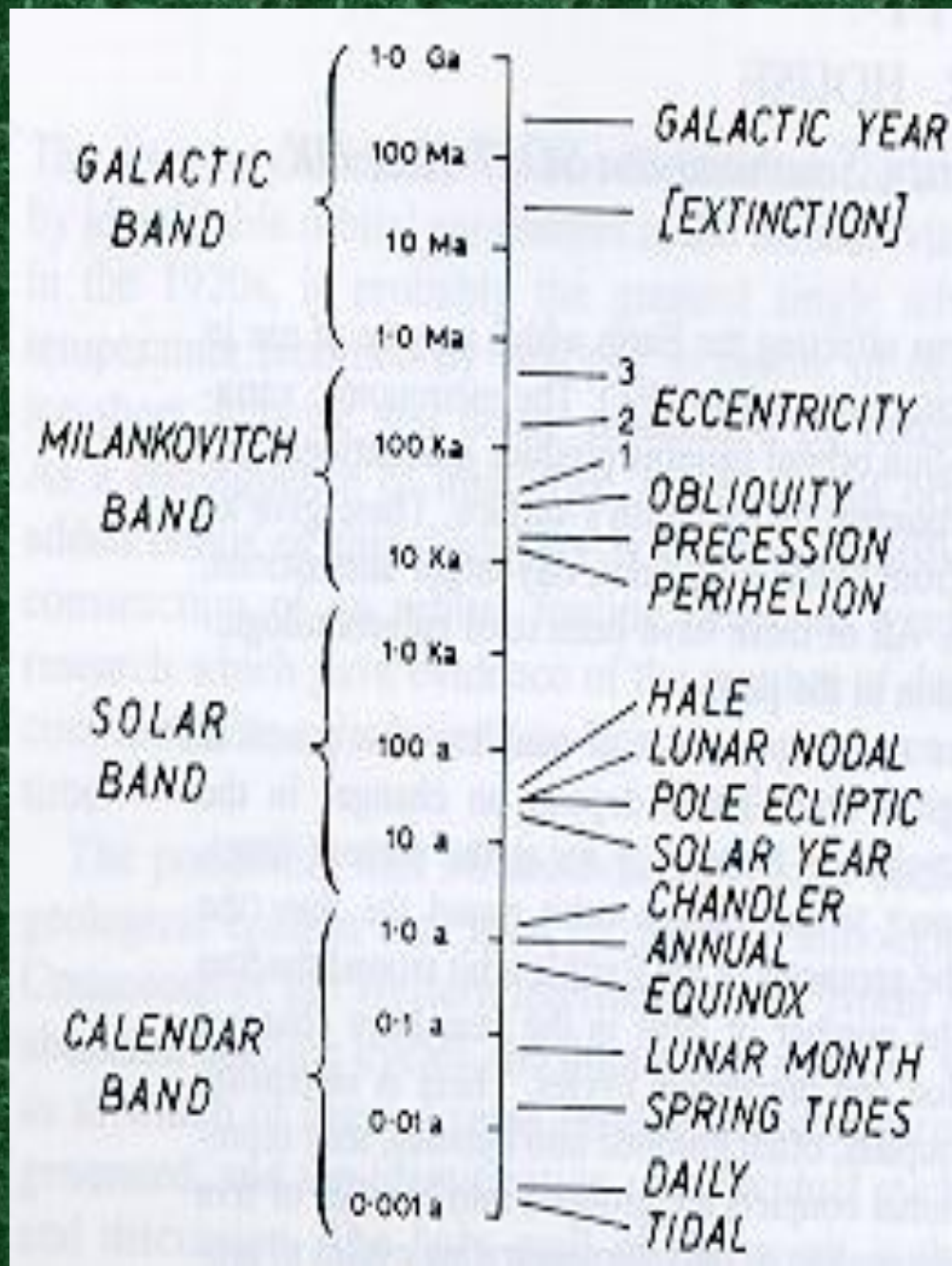


**DIAGRAMA QUE MUESTRA EL MOVIMIENTO DE LA LUNA ALREDEDOR DE LA TIERRA Y EL CAMBIO DE EJE Y ORBITA QUE PRODUCE LOS CAMBIOS DE MAREAS DOS VECES AL DIA**



**DIAGRAMA QUE ILUSTRA LA RELACION DEL SISTEMA TIERRA-LUNA-SOL Y LAS OSCILACIONES QUE PRODUCEN CAMBIOS EN LA RADIACIÓN SOLAR Y EN EL FLUJO DE ENERGIA DE LA TIERRA FUERA DE SU ATMOSFERA, QUE QUEDA MARCADO EN EL REGISTRO SEDIMENTARIO**

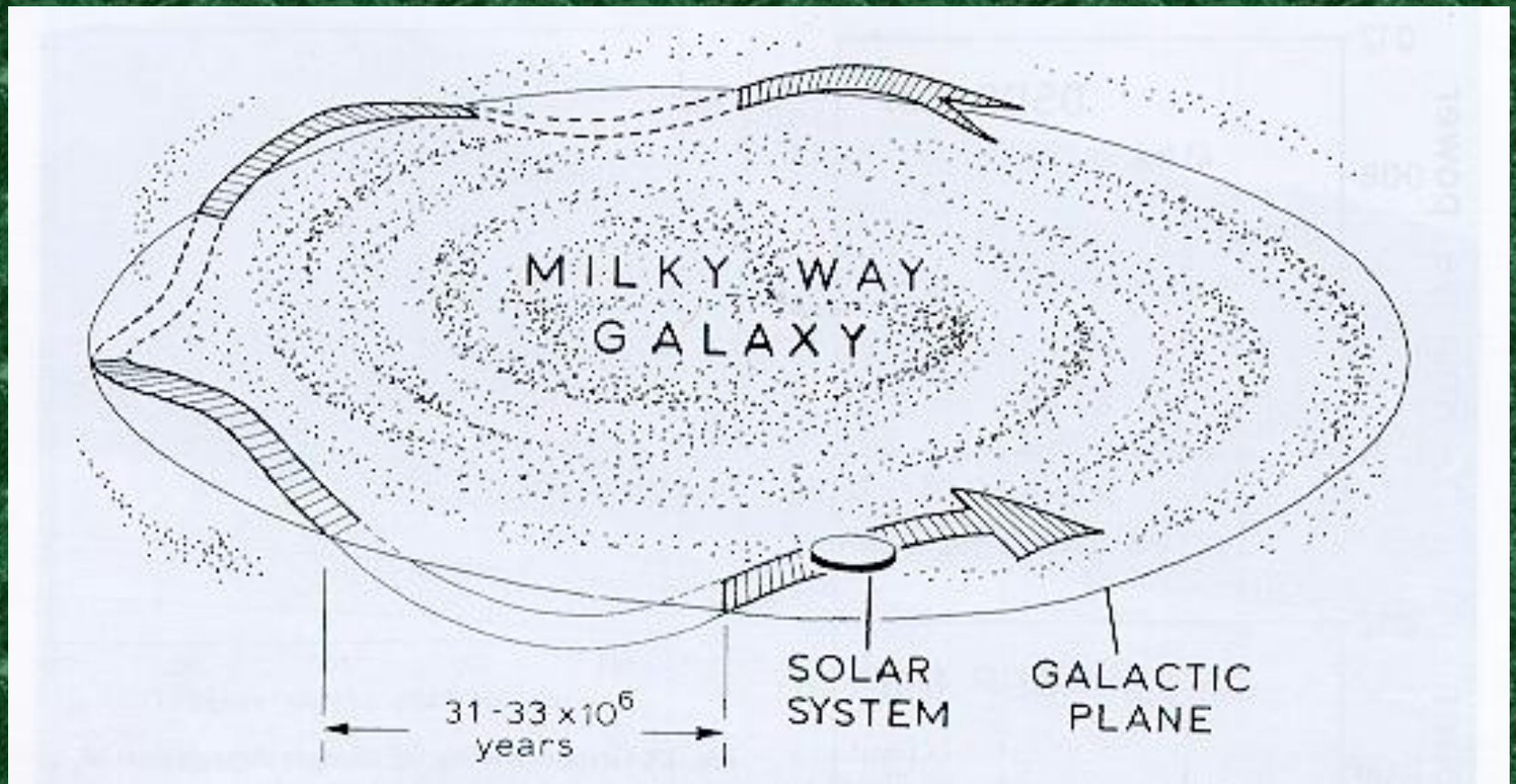




**TABLA LOGARITMICA DE LOS PERIODOS ORBITALES QUE EJERCEN EFECTOS GRAVITACIONALES SOBRE LA TIERRA O EJERCEN CAMBIOS EN LAS FUERZAS ORBITALES EN LA DISTRIBUCION DE LA ENERGIA TEMPORAL FUERA DE LA ATMOSFERA DE LA TIERRA Y CON INFLUENCIA EN EL MOVIMIENTO DE LA LUNA ALREDEDOR DE LA TIERRA Y LA ORBITA DE LA TIERRA ALREDEDOR DEL SOL.**

Eccentricity of Earth's orbit:	Long period	400,000 years
	Short period	100,000 years
Obliquity of Earth's axis:		43,000 years
Precession of the equinoxes:		21,000 years

**HOUSE, M.R. 1995**



**DIAGRAMA QUE MUESTRA EL MOVIMIENTO DEL SISTEMA SOLAR DENTRO DE LA VIA LACTEA. ESTE MODELO ES PROPUESTO POR ALGUNOS AUTORES PARA EXPLICAR LA RELACION CON LA PERIODICIDAD EN LAS EXTINCIONES MASIVAS.**



A satellite image of Earth from space, showing a curved horizon and a mix of blue oceans and brown/green landmasses. The text is overlaid on this image.

# **APLICACIONES Y EJEMPLOS**

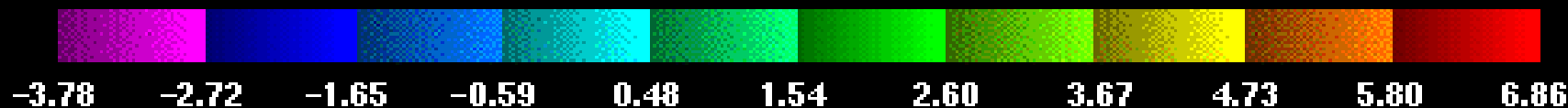
**G. K. GILBERT EN 1895 SUGIRIO QUE EL REGISTRO SEDIMENTARIO DE NUESTRO PLANETA CONTIENE IMPLICITAMENTE LA HISTORIA DE LAS VARIACIONES ORBITALES, ES EN SI MISMO UN CRONOMETRO**

**LOS GEOLOGOS HAN IDO COMPRENDIENDO ESTE PRINCIPIO MUY LENTAMENTE, COMENZARON A RECONSTRUIR LA HISTORIA RECIENTE Y ACTUALMENTE SE ESTA APLICANDO PARA RECONSTRUIR LA HISTORIA GEOLOGICA DE NUESTRO PLANETA**

**25,000 B.P.**



**Daily Total Solar Radiation ( $\text{MJ m}^{-2}$ )**  
**June Solstice**

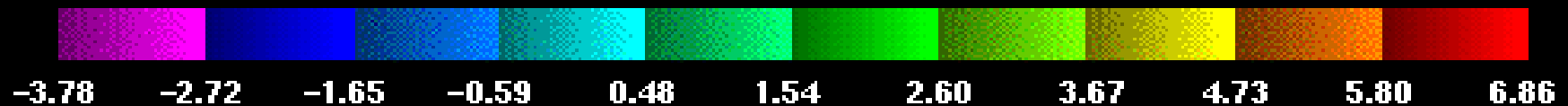




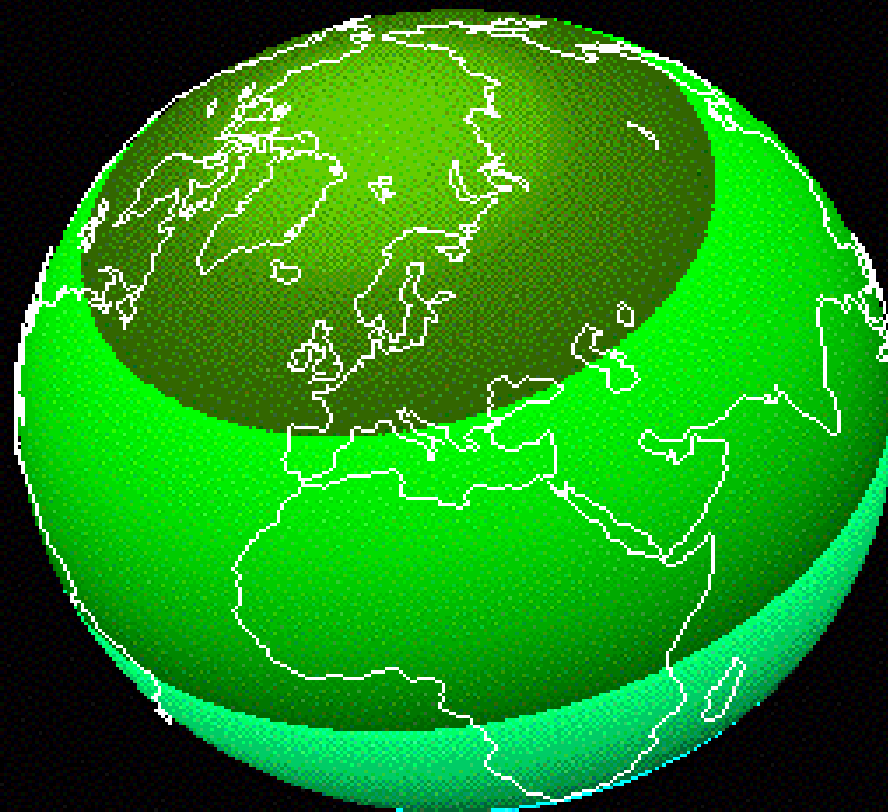
**20,000 B.P.**



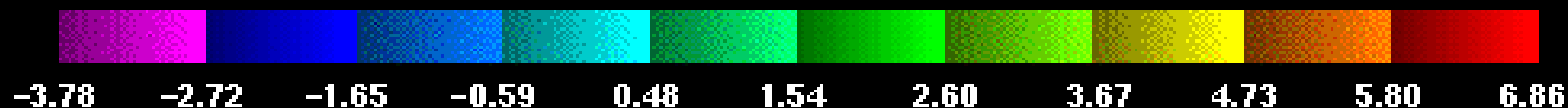
**Daily Total Solar Radiation ( $\text{MJ m}^{-2}$ )**  
**June Solstice**



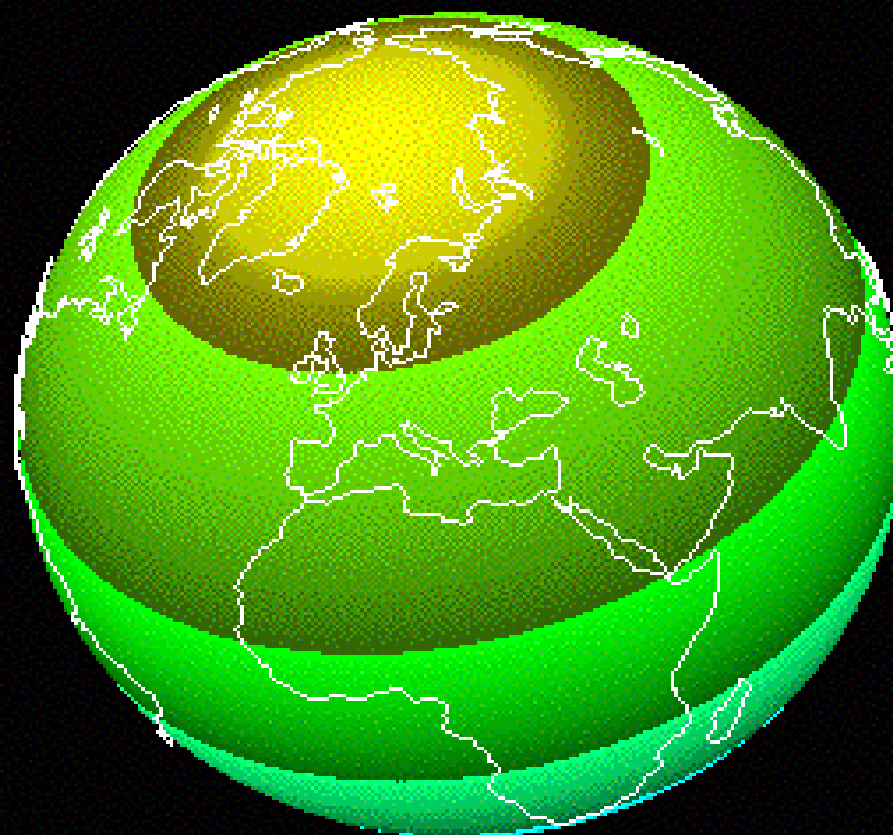
**15,000 B.P.**



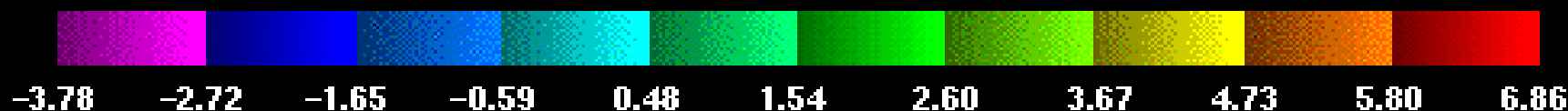
Daily Total Solar Radiation ( $\text{MJ m}^{-2}$ )  
June Solstice



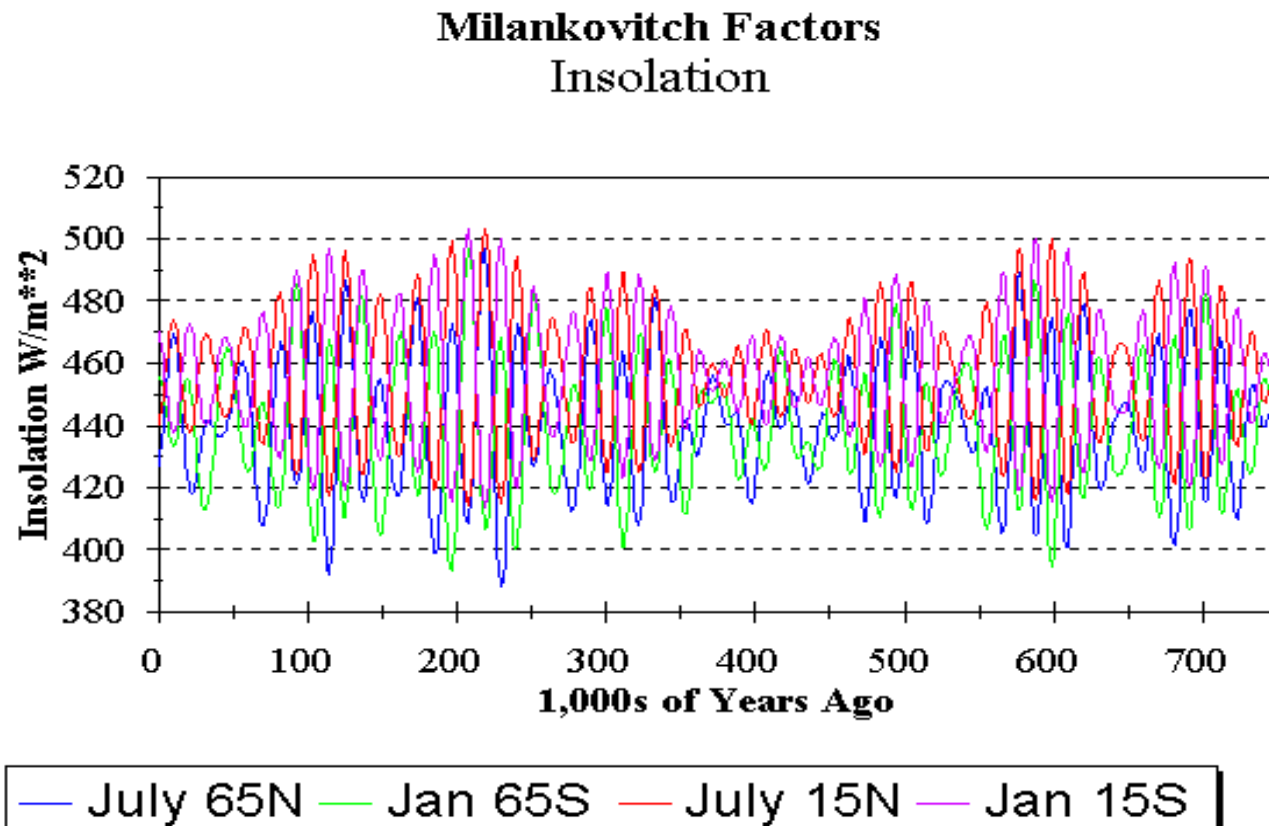
**10,000 B.P.**



**Daily Total Solar Radiation ( $\text{MJ m}^{-2}$ )**  
**June Solstice**

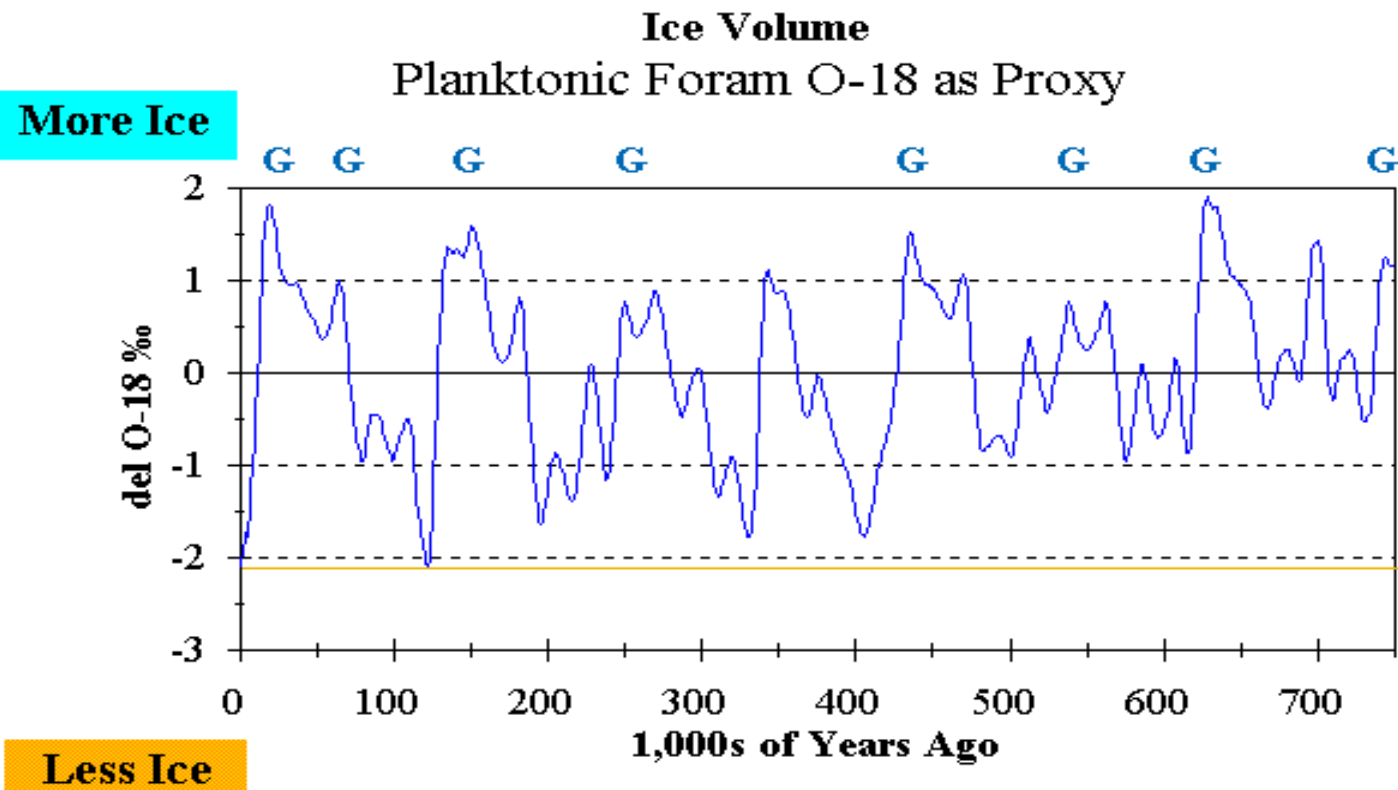


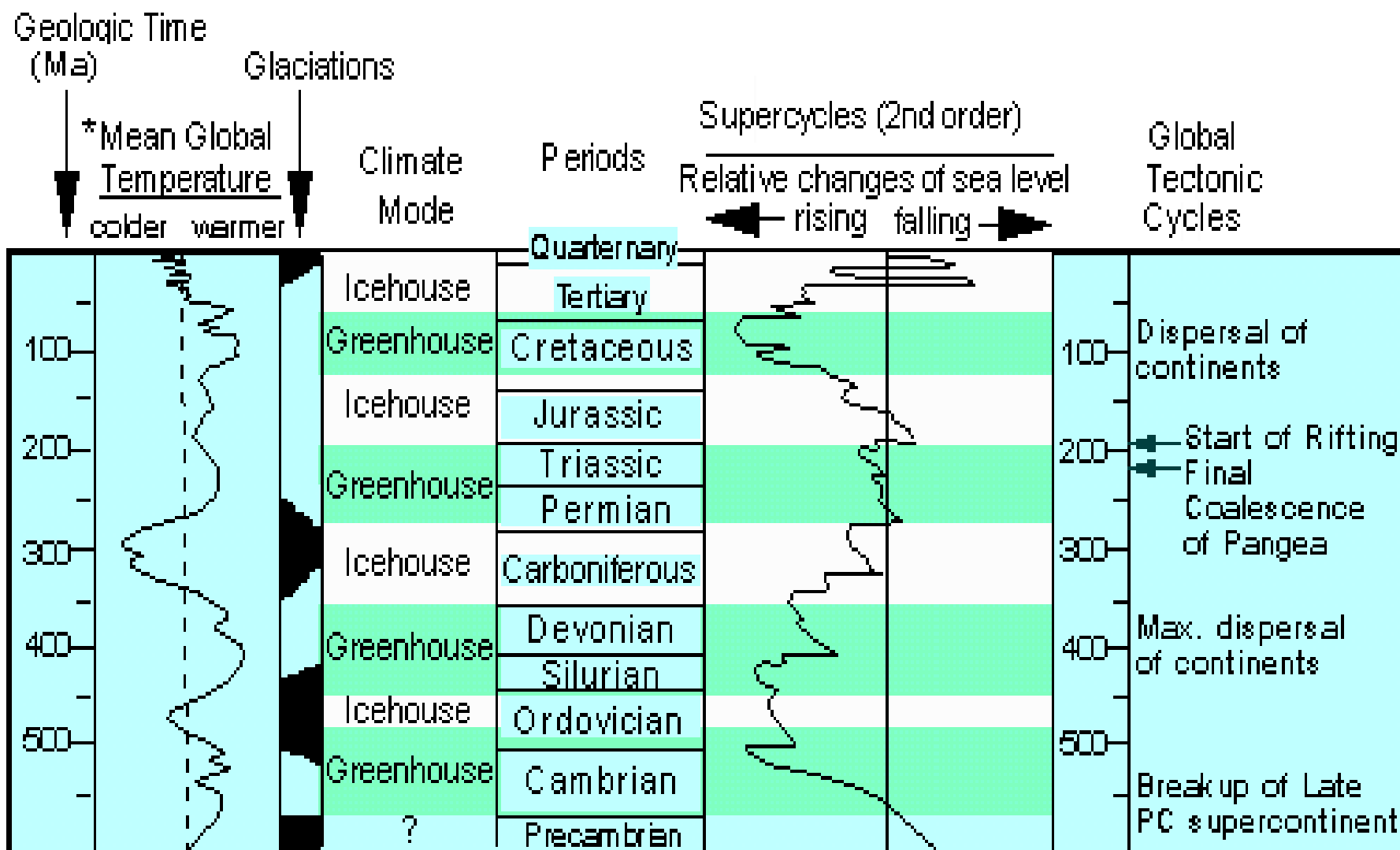
**EL GRAFICO MUESTRA LA RADIACION SOLAR ENTRANTE DURANTE EL VERANO EN LOS TROPICOS Y LAS ALTAS LATITUDES EN LOS ULTIMOS 750.000 AÑOS. SE PUEDEN NOTAR LOS COMPLEJOS CAMBIOS EN LAS CURVAS. LAS CURVAS SE REALIZARON CON LOS VALORES DE EXCENTRICIDAD DE LA ORBITA, INCLINACION DEL EJE Y PRECESION. BERGER &LOUTRE 1991**





**EL GRAFICO MUESTRA LA TENDENCIA GENERAL DE CAMBIO EN EL VOLUMEN DE LA MASA DE HIELO SOBRE LA TIERRA EN LOS ULTIMOS 750.000 AÑOS. LA EXTENSION DEL HIELO SE ESTIMO UTILIZANDO LOS CAMBIOS EN LOS ISOTOPOS DE OXIGENO EN FORAMINIFEROS PLANCTICOS. IMBRIE ET. AL. 1984**

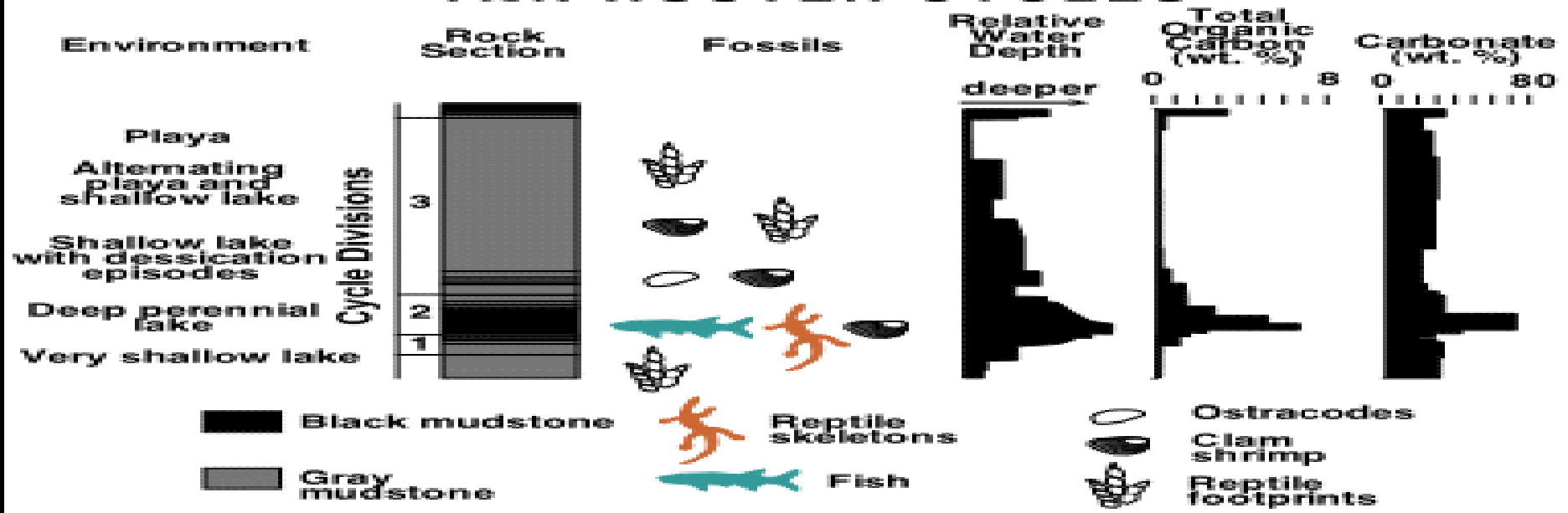




\* (temperature relative to modern day)

Modified after *Plint et al., 1992* and *Frakes et al., 1992*.

# VAN HOUTEN CYCLES



## TYPICAL COMPOUND CYCLES (PASSAIC FORMATION)

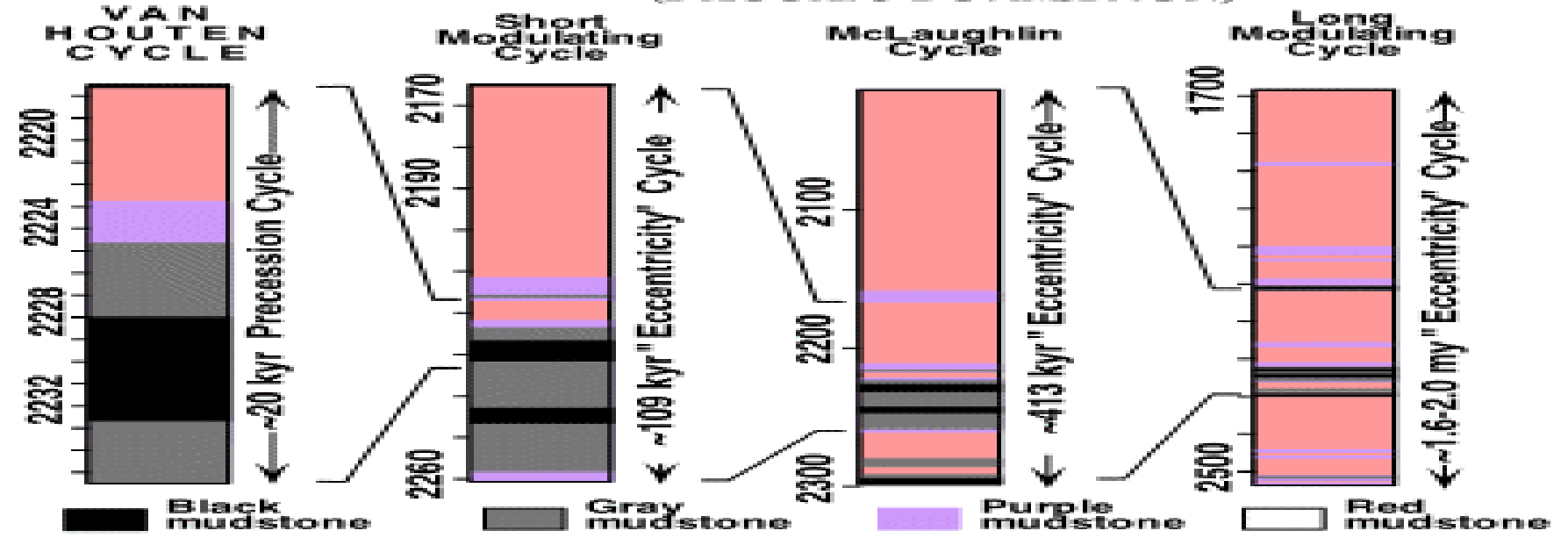


Figure 2: Arrangement of Van Houten cycles into compound cycles in the Newark Supergroup. [Modified from Olsen et al. (1996).]

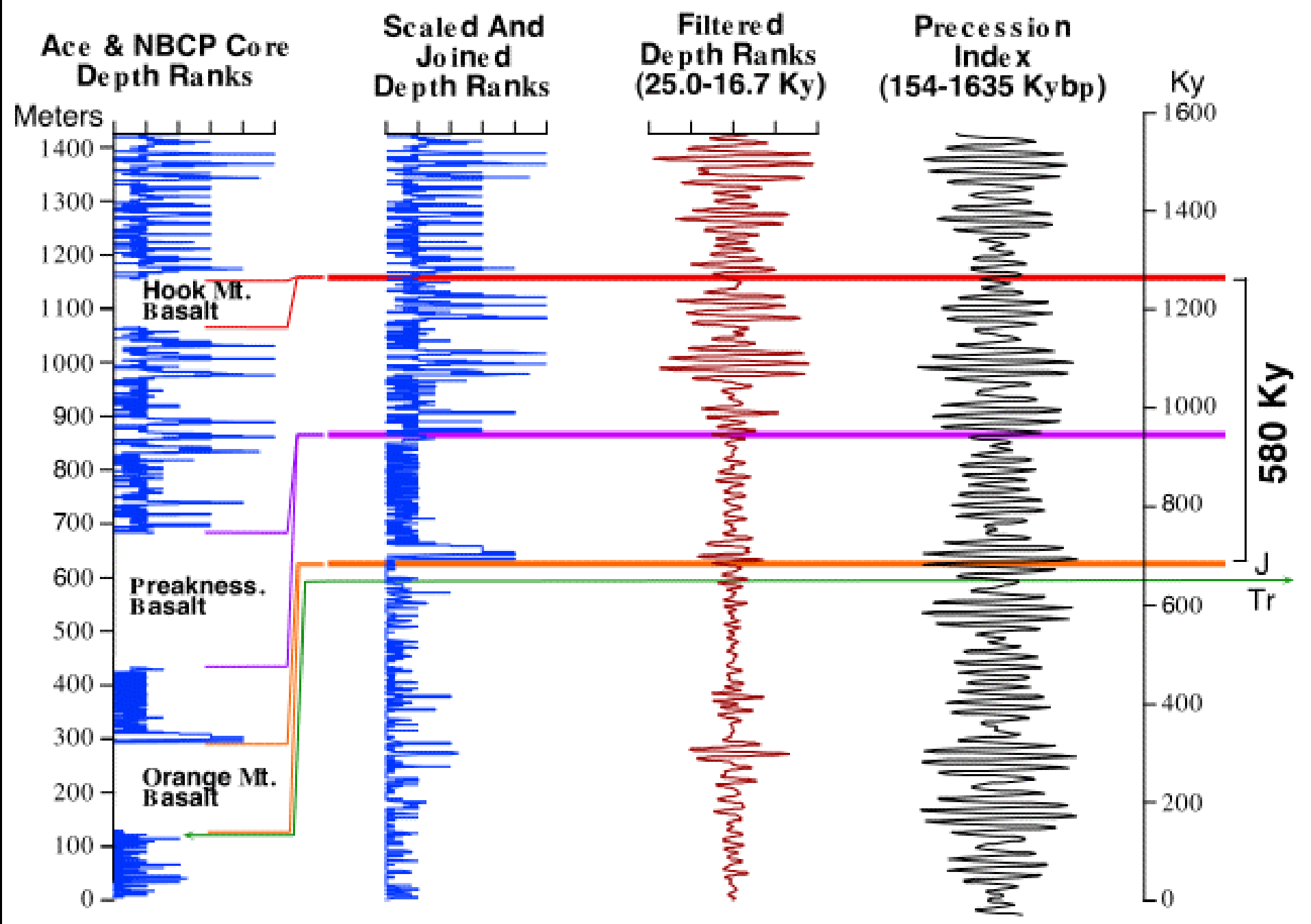
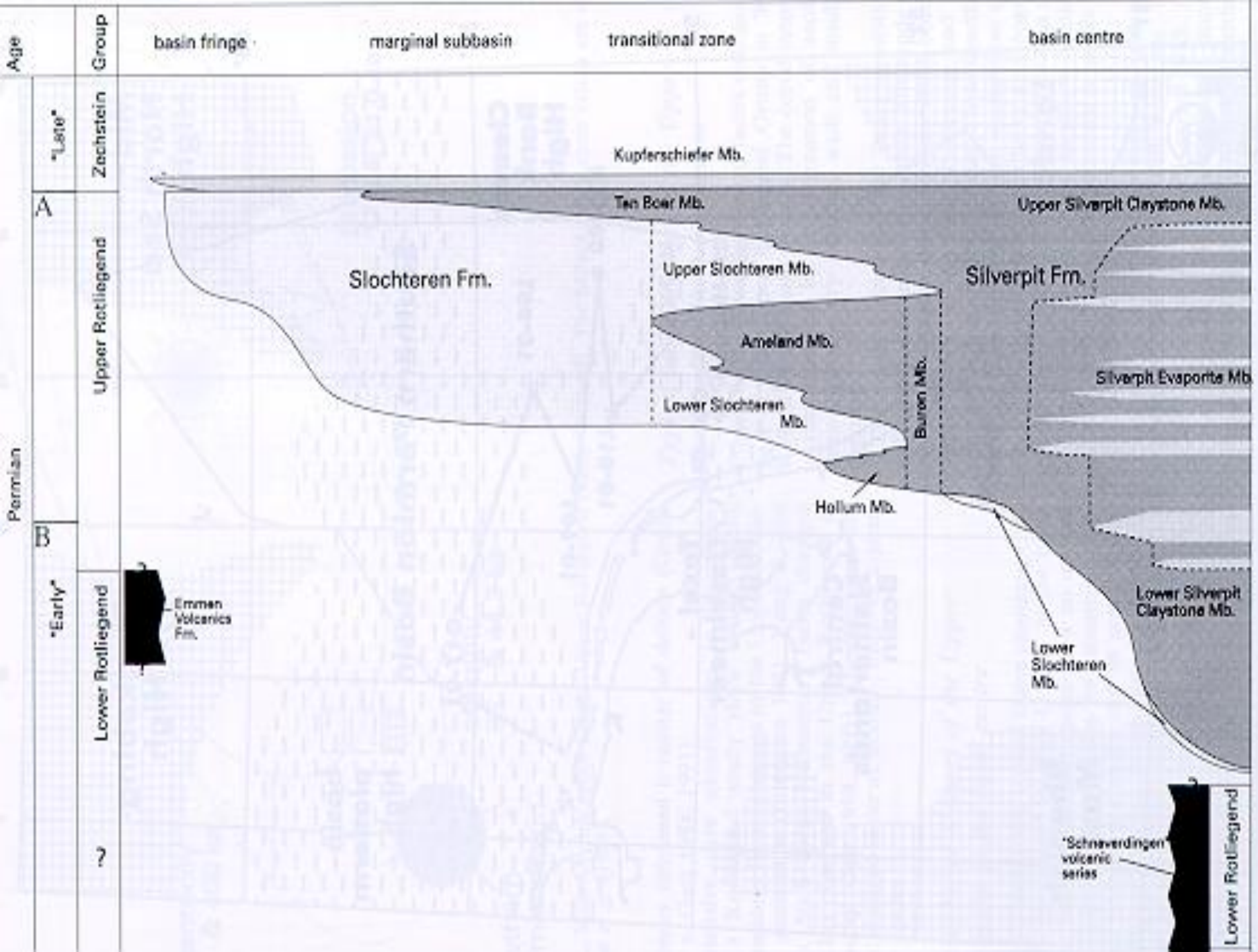
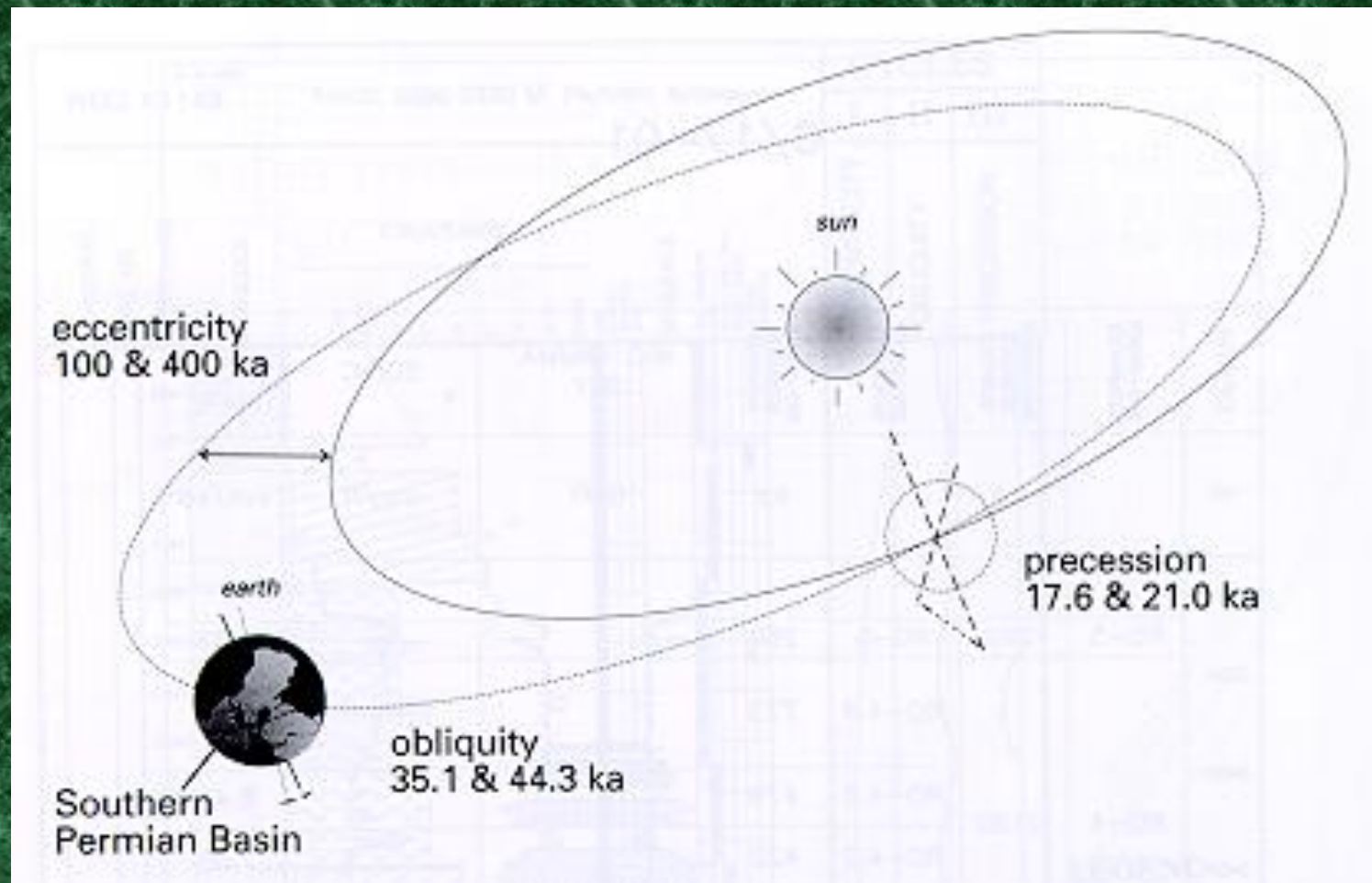


Figure 5: Newark basin depth rank section and filtered cycles, compared to index of climatic precession (from Berger and Loutre, 1991).







**CICLO DE MILANKOVITCH PARA EL  
PERMICO TEMPRANO.**



WELL K11-02

RANGE: 3290-3320 M FM/UNIT: Rat/legend

CYCLES

I II III

LITHOSTRAT.

CORE NO.

DEPTH m/b

LITHOLOGY

STRUCTURES

SEQUENCE














 clay  
 sand  
 crossbedding  
 horizontal  
 bedding  
 irregular  
 bedding  
 adhesion  
 ripple  
 water  
 escape  
 structure  
 silty  
 clay  
 low-angle  
 crossbedding  
 massive  
 sand  
 convolute  
 bedding  
 ripple  
 lamination  
 convolute  
 lamination

ECCENTRICITY

OBLIQUITY

PRECESSION

## LEGEND

-  clay
-  sand
-  crossbedding
-  horizontal bedding
-  irregular bedding
-  adhesion ripple
-  water escape structure
-  silty clay
-  low-angle crossbedding
-  massive sand
-  convolute bedding
-  ripple lamination
-  convolute lamination

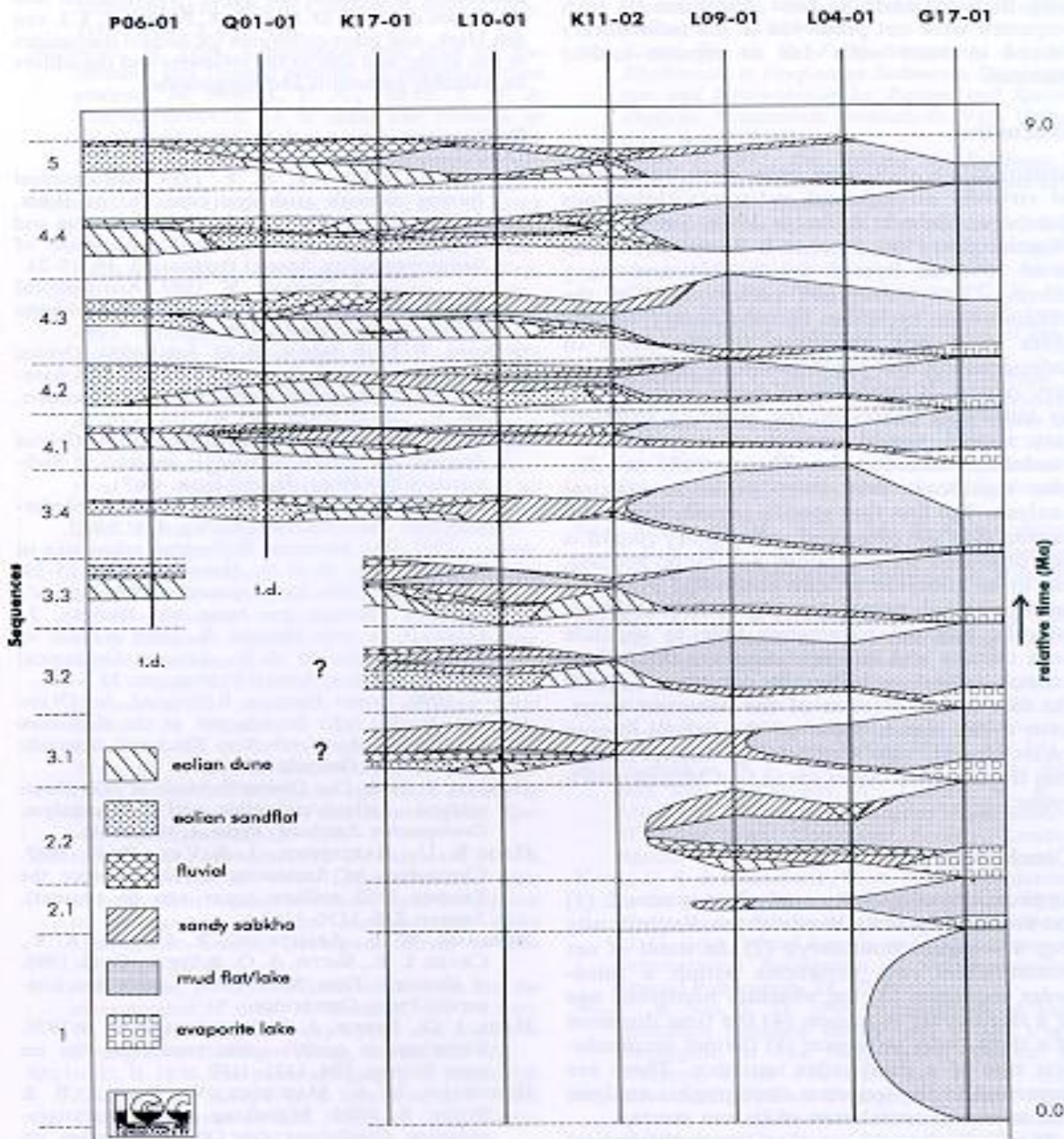
Milankovitch climate cycle (4th order)	climate	sedimentary facies		
		fringe	transition	basin
	humid	sabkha	lake	lake
	subhumid	damp sandflat wadi	sabkha fluvial fan	lake
	semi-arid	wadi dry sandflat	damp dry sandflat	lake saline lake
	arid	dry sandflat dunes	dunes dry sandflat	evaporite lake
	semi-arid	dry sandflat wadi	dry sandflat fluvial fan	saline lake
	subhumid	braided river sandflat	fluvial fan sabkha	saline lake
	humid	sabkha/ pond	sabkha lake	lake

**LAS FUERZAS CLIMATICAS Y EL MODELO DE FACIES SEDIMENTARIAS.**

**EL CICLO DE MILANKOVITCH CAUSA PERIODOS CLIMATICOS Y FLUCTUACIONES DEL NIVEL DE BASE.**

**SE DICE QUE CONTROLA LA SECUENCIA DEPOSITACIONAL Y LOS PATRONES DE FACIES SEDIMENTARIAS.**

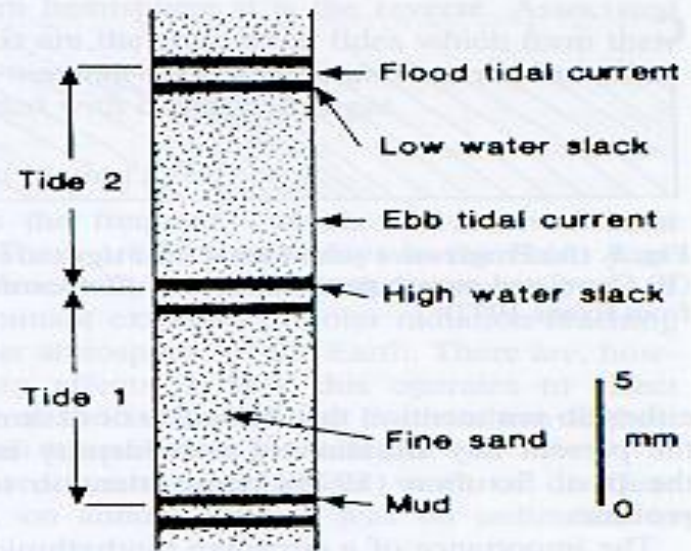
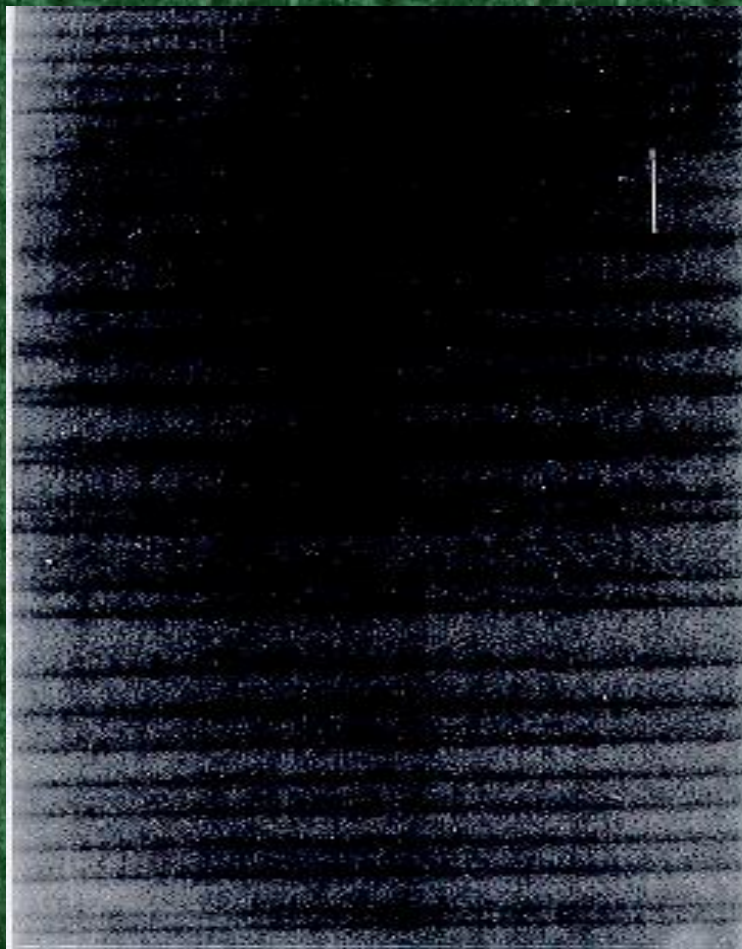




**CARTA CRONOES-  
TRATIGRAFICA QUE  
MUESTRA LAS VA-  
RIACIONES LATE-  
RALES DE LA CUEN-  
CA CENTRAL A LA  
CUENCA MARGINAL.**

**LOS CAMBIOS DE  
FACIES VERTICALES  
SOLO REFLEJAN  
CAMBIOS DE CICLOS  
CLIMATICOS.**





**NUCLEO DONDE SE PUEDE APRECIAR CICLOS ENTRE NIVEL MAYOR DE LAS AGUAS Y NIVEL DE DESCENSO DE LAS MISMAS. EJEMPLO DEL CARBONIFERO SUPERIOR EN ILLINOIS, ESTADOS UNIDOS. A LA DERECHA SE OBSERVA UN DIAGRAMA SIMILAR DE SEDIMENTOS ACTUALES EN EL MAR DEL NORTE.**

**MODIFICADO DE REINECKE & WUNDERLICH, 1967**





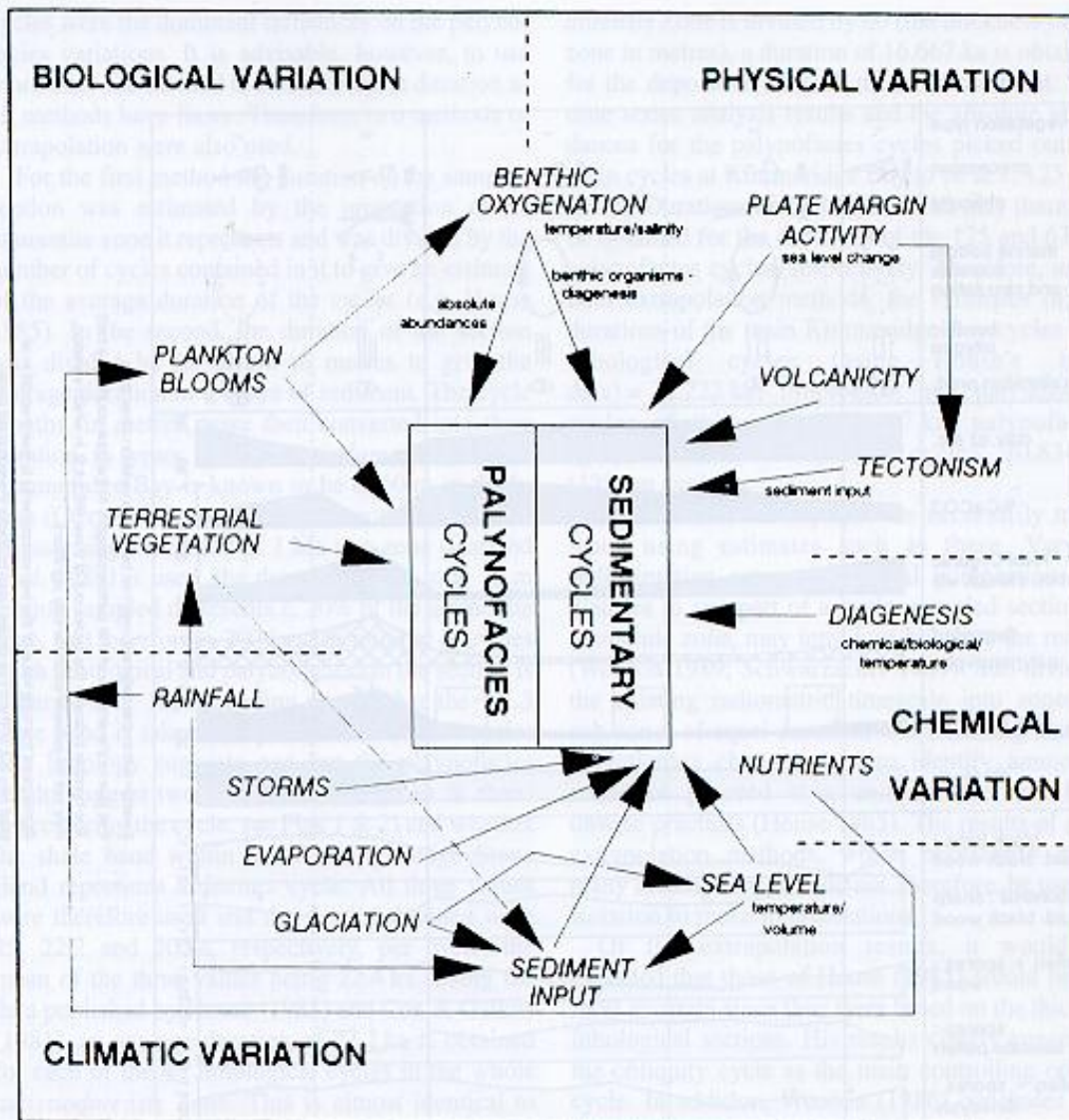
**SECUENCIA JURASICA DONDE SE PUEDE APRECIAR EN EL REGISTRO SEDIMENTARIO LAS FUERZAS ORBITALES DEBIDO A EXCENTRICIDAD Y PRECESION.**

**HOUSE, M. R. 1995**

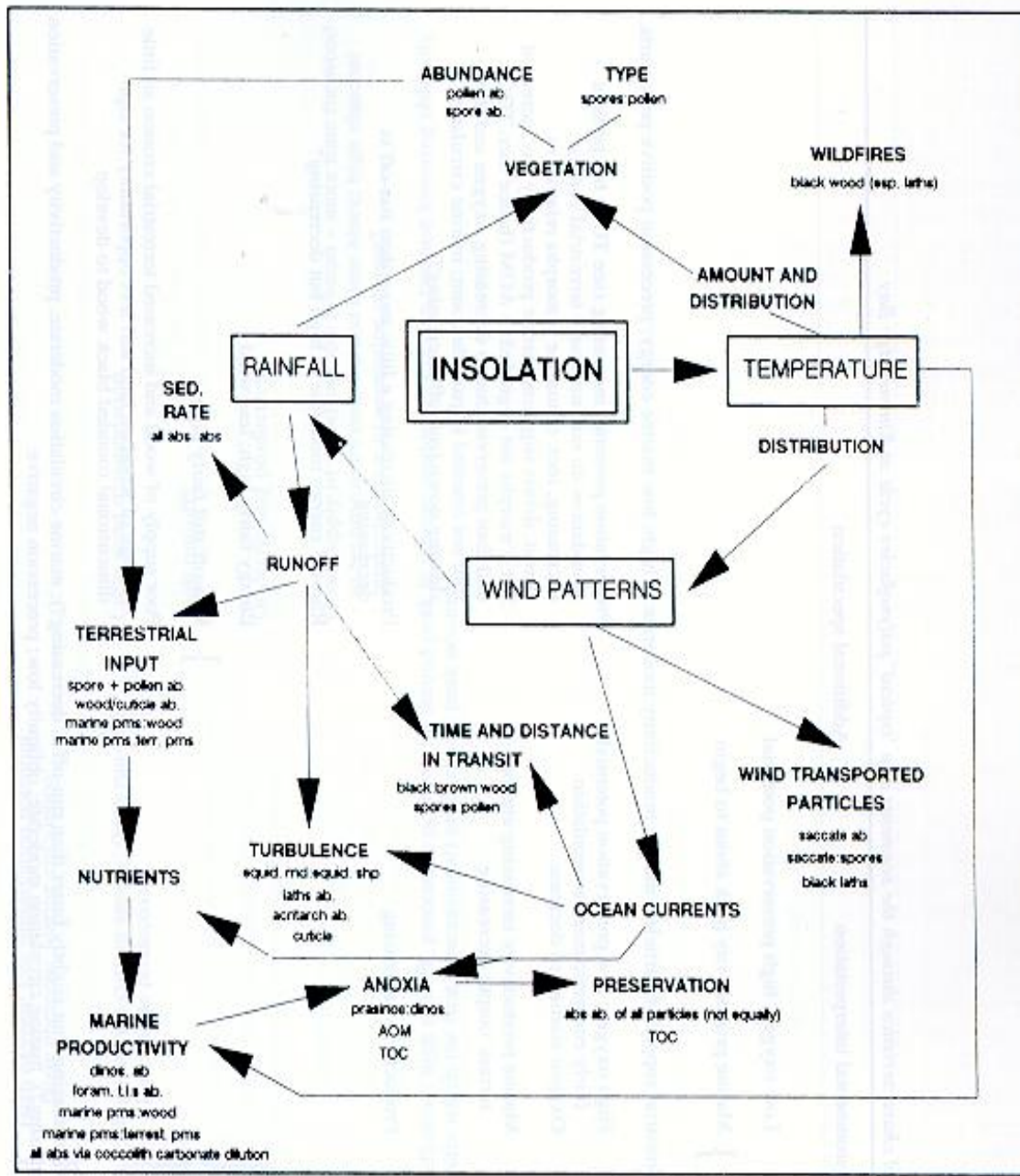


**EJEMPLO DE  
INVESTIGACIONES  
REALIZADAS CON  
PALINOFACIES DE ALTA  
RESOLUCION EN CICLOS  
SEDIMENTARIOS DEL  
JURASICO TARDIO EN  
INGLATERRA.**

**EL DIAGRAMA MUESTRA  
LAS POSIBLES CAUSAS  
DE LA CICLICIDAD  
SEDIMENTARIA Y DE  
PALINOFACIES, QUE  
PUEDEN SER DIVIDIDAS  
EN CUATRO TIPOS  
PRINCIPALES: BIOLOGICA,  
CLIMATICA, FISICA Y  
QUIMICA.**



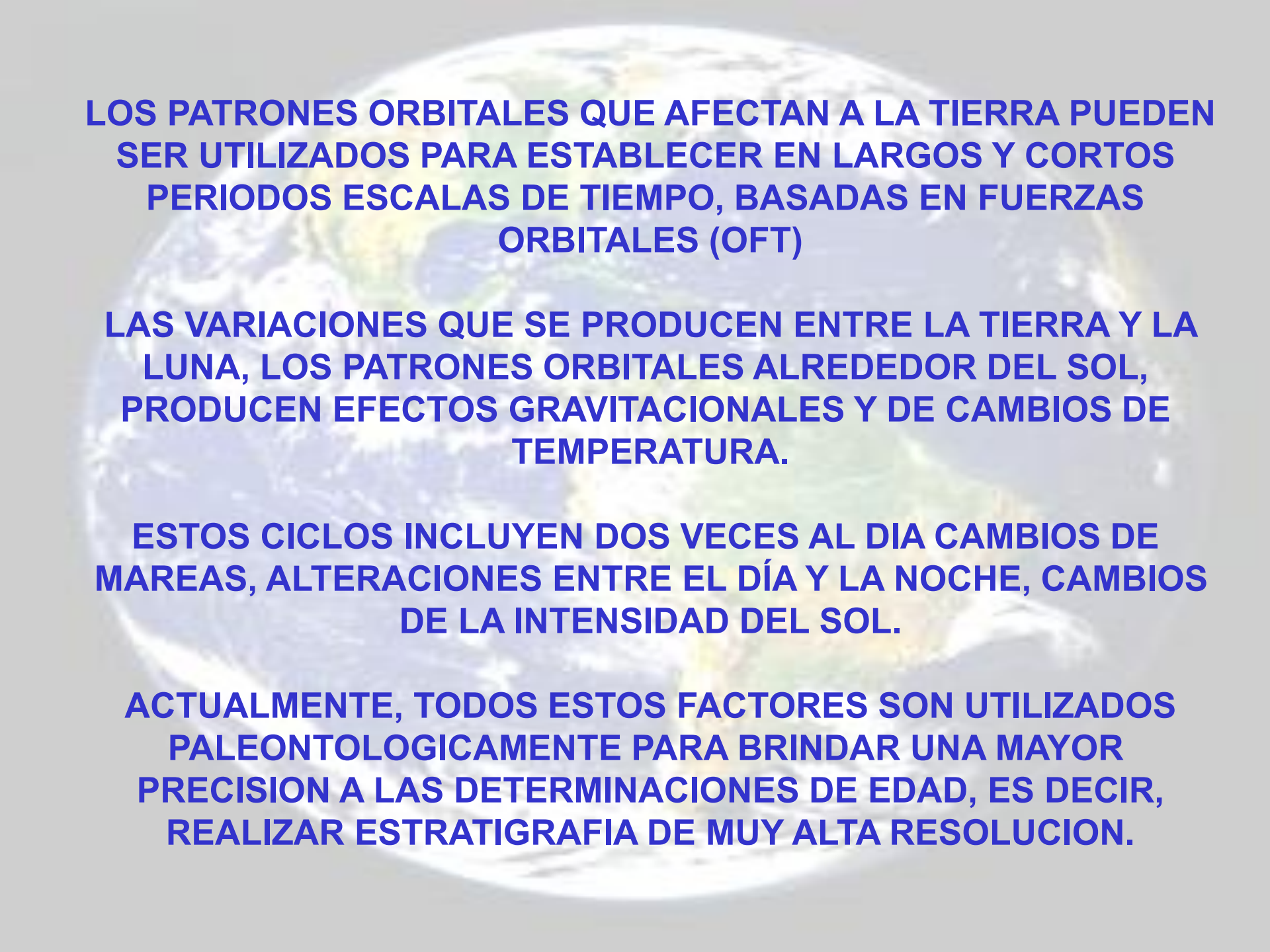
**WATERHOUSE, 1995**



**RESUMEN DE LOS  
POSIBLES EFECTOS  
DE LOS CAMBIOS DE  
RADIACION SOLAR EN  
EL CLIMA, EL IMPACTO  
AMBIENTAL Y LA  
MANERA COMO SE  
PUEDEN VER  
REFLEJADOS EN LOS  
CONJUNTOS DE  
PALINOMORFOS**

**WATERHOUSE, 1995**





**LOS PATRONES ORBITALES QUE AFECTAN A LA TIERRA PUEDEN SER UTILIZADOS PARA ESTABLECER EN LARGOS Y CORTOS PERIODOS ESCALAS DE TIEMPO, BASADAS EN FUERZAS ORBITALES (OFT)**

**LAS VARIACIONES QUE SE PRODUCEN ENTRE LA TIERRA Y LA LUNA, LOS PATRONES ORBITALES ALREDEDOR DEL SOL, PRODUCEN EFECTOS GRAVITACIONALES Y DE CAMBIOS DE TEMPERATURA.**

**ESTOS CICLOS INCLUYEN DOS VECES AL DIA CAMBIOS DE MAREAS, ALTERACIONES ENTRE EL DÍA Y LA NOCHE, CAMBIOS DE LA INTENSIDAD DEL SOL.**

**ACTUALMENTE, TODOS ESTOS FACTORES SON UTILIZADOS PALEONTOLOGICAMENTE PARA BRINDAR UNA MAYOR PRECISION A LAS DETERMINACIONES DE EDAD, ES DECIR, REALIZAR ESTRATIGRAFIA DE MUY ALTA RESOLUCION.**