



LOS DESLAVES EN LA EVOLUCION DE LAS CIVILIZACIONES DESDE LOS ROMANOS HASTA LOS INCAS

■ Roque García Ruiz

Ingeniería Civil

Universidad Católica Andrés Bello

Caracas, Venezuela

Fecha de Recepción: 12 de Febrero 2015
Fecha de Aceptación: 23 de Mayo de 2015

RESUMEN

Los deslaves son procesos naturales que ha conformado el relieve topográfico para dar paso al desarrollo de las principales capitales y ciudades importantes en el mundo, cuyo producto de materiales deslizados y transportados por el agua son acumulados al pie de las montañas, conformando pendientes suaves. Constituyen problemas de estabilidad en zonas montañosas, debido a la saturación de las laderas, por efecto de lluvias continuas, donde la pérdida de resistencia de las rocas, afectadas por la meteorización, origina deslizamientos en forma de flujo, dejando

anfiteatros topográficos de formas convexas. Los deslaves han ocultado ciudades antiguas que han sido objeto de investigaciones arqueológicas.

La investigación objeto de este trabajo se basa en la experiencia de los efectos destructivo del deslaves sucedidos en Vargas, Venezuela en 1999, evento natural de gran magnitud ocurrido en un lapso de 72 horas con pérdidas de más de 7000 vidas humanas, cuya recuperación a los efectos visuales fue menor a los de diez años. Las evidencias geomorfológicas de los deslaves, a nivel mundial están a la vista, formas convexas en el relieve topográfico y la acumulación de materiales ladera abajo en forma de cono coluviales, sobre cuyos relieves después del evento se desarrollaron y ampliaron las civilizaciones. Observaciones de las condiciones indicadas pueden ser visualizados en las visitas turísticas en el valle de Urubamba en Perú, a lo largo de las ciudades de Pisac, Ollantaytambo y Machu Picchu, donde se relaciona el amplio desarrollo agrícola alcanzado por los Incas, mediante la construcción de terrazas para cultivos, en general implantados en los numerosos anfiteatros topográficos de forma convexa en las laderas.

Las formas topográficas en anfiteatros constituyen el producto de deslaves en un pasado cercano el cual de acuerdo a los estudios de cambios climáticos, el último evento importante, se podría ubicar entre los siglos X y XII, seguido por el desarrollo del imperio Inca. Los cambios climáticos han sido los responsables del ocultamiento del imperio romano, lo cual permitió el resurgimiento de Europa a partir del siglo XI.

Los deslaves han sucedido en el tiempo geológico debido al desgaste del relieve de la corteza terrestre, que en conjunto con los efectos de la erosión, transporte y la acumulación de grandes volúmenes de sedimentos ha dado origen a las rocas sedimentarias que controlan el 70% de la

superficie terrestre.

El tema de los deslaves se considera de gran interés en la evolución del hombre, altamente asociado a los cambios climáticos, que constituyen un efecto en la desaparición de civilizaciones y el resurgimiento de nuevas generaciones con mejores estándares de calidad en conformación de asentamientos humanos. La historia de la evolución humana en los últimos 5000 años, puede estar ligada a los deslaves principalmente en el ocultamiento de ciudades o monumentos, los cuales han sido objeto de excavaciones en investigaciones arqueológicas. En el proceso de ocultamiento es importante relacionar la procedencia de los sedimentos y el ambiente del ó de los eventos naturales involucrados.

El estudio del cambio climático, tal de moda en la actualidad, aparenta un proceso natural como lo demuestran los resultados detallados de distintos investigadores en los últimos 1800 años. Aparentemente, los últimos eventos naturales que asocian la ocurrencia de grandes deslaves a escala global se ubican entre los siglos X y XI, coincidiendo con el ocultamiento del Imperio Romano y el comienzo del Imperio Inca.

I. INTRODUCCIÓN

La Evolución de las civilizaciones, está relacionada con las guerras, desarrollo socio-económico y la agricultura, analizadas bajo condiciones climáticas sin variaciones importantes. De acuerdo a las investigaciones recientes, la variación climática ha sido la causa de la adaptación o desaparición de las civilizaciones, no mencionándose los efectos de cambios topográficos originados por saturación en las laderas montañosas, relacionados con los deslaves. Las excavaciones arqueológicas evidencian el ocultamiento de gran parte de los monumentos de las civilizaciones recientes, debido a problemas de estabilidad en las laderas

cercanas, relacionados con lluvias continuas debido a cambios climáticos.

Los deslaves o problemas de estabilidad en las laderas pendientes de las montañas, originan aguas abajo una conformación topográfica de relieve suave producto de la acumulación de materiales transportados tanto por efecto de la gravedad como el agua, lo que permiten relacionar en tiempo relativo las condiciones climáticas de dichos sucesos en un pasado cercano con la evolución humana. Los deslaves, así como la conformación aguas abajo por el material acumulado, indican condiciones climáticas de período de lluvias prolongadas, en cuyas áreas una vez mejorado el clima, permiten el desarrollo para establecimiento agrícola y humano.

Observaciones de lo sucedido en Venezuela, en el deslave de Vargas (1999), ha servido como criterio para extrapolar sus efectos a dos continentes, América del Sur, hacia lo que hoy constituye la nación de Perú, y hacia Europa, abarcando el área que fue ocupada por el Imperio Romano. En Perú, se relaciona el gran desarrollo INCA en el valle del río Urubamba, entre el caserío de Pisac y el impresionante monumento de Machu Picchu. En Italia, donde gran parte de las edificaciones en Roma se encuentran enterradas. Eventos similares se extrapolan a la ciudad de París.

En la actualidad se encuentra una amplia bibliografía sobre investigaciones Arqueológicas, para lo cual se realizan excavaciones a cotas inferiores de la superficie actual del terreno. En otros casos parte de los monumentos en superficie se encuentra deteriorado debido al paso del tiempo.

En el presente documento se describen los efectos del deslave de Vargas en Venezuela y se comparan con observaciones de visitas turísticas a los monumentos en

América del Sur de la civilización INCA y en Europa con monumentos del Imperio Romano. Lo anterior se relaciona con consultas de una amplia bibliografía sobre la importancia del cambio climático en los últimos 2000 años, y se plantea el producto de los deslaves como parte importante en la conformación topográfica actual, que influyo en el desarrollo de las distintas civilizaciones a nivel mundial en un período no mayor a los 1000 años antes del presente.

En las observaciones de los monumentos INCAS llama la atención el desarrollo de importantes ciudades antiguas localizadas en relieve abrupto escarpado que contrastan con ciudades cercanas actuales fundadas a la llegada de los españoles en los amplios valles aluviales de relieve plano, hoy totalmente cultivados. Existe una intensa bibliografía relacionada con el desarrollo y evolución de las civilizaciones que poblaron el área andina de Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia y Chile, las cuales debieron de estar muy ligada al cambio climático y al fenómeno de El Niño.

En Europa, parte de la antigua civilización del Imperio Romano se encuentra por debajo de la superficie de las grandes capitales o ciudades importantes, donde el paisaje actual lo controlan un importante número de Iglesias Católicas, ocultando el gran desarrollo alcanzado por dicho imperio.

Entre los siglos X al XII, el mundo Europeo avanza hacia una evolución cultural y religioso que dio lugar a los actuales desarrollos de infraestructuras, con civilizaciones mejor preparadas militarmente y con mayores ambiciones comerciales y económicas, que se impusieron en el siglo XVI a las civilizaciones del continente Americano.

En el proceso de evolución, la historia reciente en la llamada edad media, a partir del siglo X destaca en Europa el dominio de la Iglesia Católica sobre el imperio romano, en

los Andes el paso de la cultura Tiwanuco a la civilización INCA que se desarrolló en un tiempo referenciado de 300 años, posteriormente dominada por el imperio español. Así mismo la llamada Mesoamérica, abarcando América Central y México la cultura Teotihuacán desaparece y se desarrollan en un tiempo similar el Imperio Aztecas, también dominadas por el imperio español.

A parte de los cambios culturales y/o de dominio indicado en los párrafos anteriores, entre los siglos X a XI, el cambio climático referenciado, puede ser causante de otros fenómenos no mencionados en la historia como son los problemas de estabilidad en las laderas, denominados deslaves.

Los deslaves, son los resultados de problemas de estabilidad en las laderas pendientes que controlan el relieve montañoso, donde se combinan un efecto de saturación por lluvia, sobre condiciones geológicas de baja resistencia en las rocas que controlan dichas laderas. Los deslaves han afectado la superficie terrestre desde millones de años, lo cual ha tenido tanta importancia en el relieve como los efectos tectónicos de desplazamientos de continentes. La pérdida de resistencia de las rocas por el efecto ambiental con el tiempo, el cual actúa sobre el relieve, desarrolla lo que se denomina perfil de meteorización, pudiendo asimilar a lo que sucede en una cabilla de acero expuesta al ambiente. Mientras que las condiciones ambientales se mantengan, las montañas mantienen su perfil topográfico a las observaciones de varias generaciones humanas, el cual puede ser modificado bruscamente cuando suceden lluvias continuas, originándose los deslaves.

También durante largos períodos de sequía la cubierta vegetal se pierde sometiendo las laderas a un proceso de desintegración superficial por cambios de

temperatura y el efecto de escasas lluvias, cuyo poder erosivo se multiplica a la falta de vegetación.

Parte de la conformación topográfica actual de grandes capitales, son el resultados de problemas de estabilidad en el pasado cercano de las laderas montañosas aledañas, producto de deslaves, los cuales ocultaron parte del desarrollo urbanístico de las civilizaciones anteriores, siendo actualmente investigadas a nivel mundial mediante exploraciones arqueológicas, donde el evento que oculto dicho desarrollo requiere tanta atención como los resultados de las excavaciones.

En el presente artículo se plantea que entre los siglos X al XI, se origina el último período de grandes desastres naturales productos de deslaves, con relación en la conformación topográfica donde se desarrollo del Imperio Inca en el valle del rio Urubamba en Perú y en Europa el ocultamiento del Imperio Romano, no documentados en la bibliografía existente, pero que debieron estar asociados a cambios climáticos de amplias investigaciones para los últimos 2000 años.

II. CAMBIOS CLIMATICOS

De los cientos de artículos publicados sobre el tema del cambio climático en los últimos 1800 años, del área Andina, el de L. Thompson (2014) resume los resultados de varios años de investigación en núcleos de hielo obtenidos del glaciar de Quelccaya (Perú), y compara la investigación de Moy (2002), sobre los sedimentos de color rojo en la laguna Pallcacocha (Ecuador), cuyos resultados se muestran en la Figura N°1. Se destaca que a partir del año 500 a 1000, se presenta un clima variable caliente y húmedo, con ausencia de sedimentos rojos en la laguna y presencia de hielo en las montañas, lo que

puede estar asociado a lluvias no intensas, poco continuas. Las laderas inferiores debieron estar cubiertas con amplios bosques, bajo condiciones climáticas estables, donde los efectos de meteorización fueron actuando en las rocas.

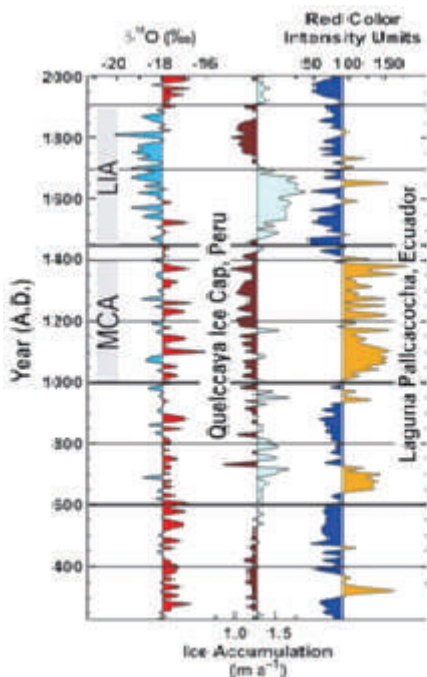


Figura N°1 L. Thompson (2014)

A partir del año 1000 hasta 1450, el clima es variablemente caliente y persistentemente seco, asociado a nivel internacional a una anomalía denominada clima cálido medioeval (MCA), con abundante depósitos cíclicos de sedimentos rojos y en general sin acumulación de hielo en las montañas. Desde el año 1450 y hasta finales del año 1900, se caracteriza por un clima frío y húmedo, con acumulación de hielo en las montañas y ausencia de sedimentos rojos, denominado pequeña edad de hielo (HIA).

En Europa se encuentra reconstruido por distintos investigadores la variación de temperatura, en general por documentación

escrita, estando representado en la Figura N°2 de Wikipedia (2000 años de temperatura a nivel mundial), destacándose el período de clima medioeval (MCA) y la pequeña edad de hielo (HIA), con cambios de dichos períodos en las distintas graficas entre los años 1000 y 1100.

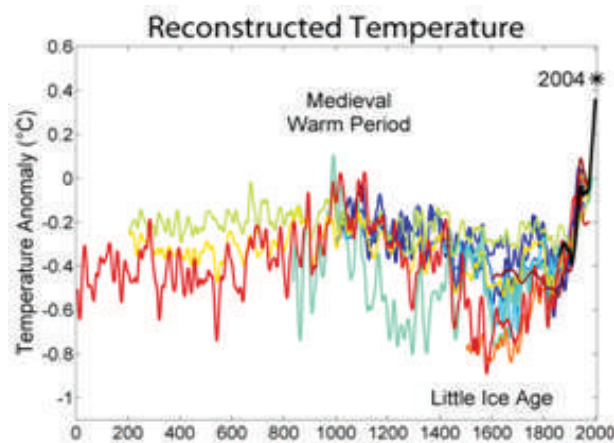


Figura N°2 Wikipedia, 2000 años de temperatura a nivel mundial.

Las investigaciones anteriores no mencionan los desastres naturales relacionados con los problemas de estabilidad en las laderas y denominados con el término de “deslaves”. Los problemas de estabilidad en las laderas se originan por efectos de las condiciones climáticas sobre las rocas que controlan las laderas, relacionado con el fenómeno de meteorización, donde la resistencia de la roca se va perdiendo debida principalmente a alteración química de los minerales. El aumento de humedad en las rocas sumado al efecto de meteorización, originan los problemas de estabilidad, sobre cuyas superficie actúan los proceso de erosión y transporte. En las investigaciones realizadas por Moy et al. (2002), en la laguna de Pallcacocha, indica la presencia de sedimentos provenientes de la alteración químicas de rocas diabasas, en forma cíclicas,

que evidencias el arrastre por lluvias de dichos suelos de alteración.

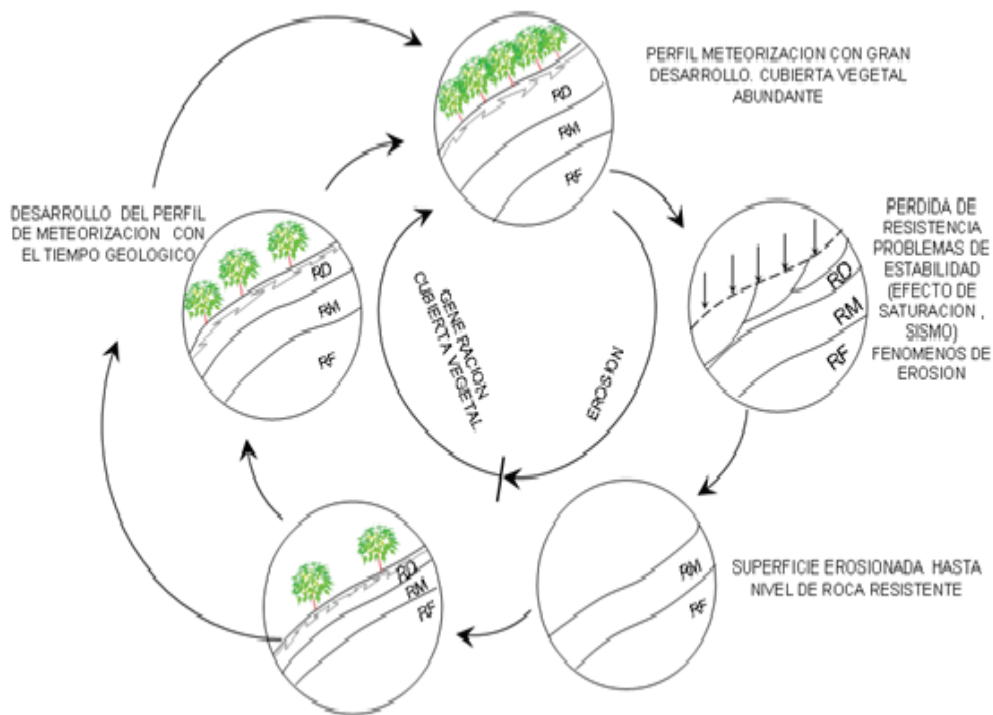
Para la alteración de las rocas debieron existir condiciones ambientales particulares, un ambiente cálido sin presencia de hielo, desarrollándose en el relieve topográfico el denominado perfil de meteorización, con alteración de los minerales que forman las rocas, siendo muy acentuados hacia la superficie y disminuyendo en profundidad. Lo anterior crea condiciones para el desarrollo de suelos que permiten una cubierta vegetal importante, con densos bosques que debieron proteger las laderas y valles de los fenómenos de erosión, limitando la presencia de hielo permanente por encima de las cotas de 4000 m.s.n.m.

II.1 Ciclo de estabilidad en relieve montañoso

Un relieve montañoso está sometido a un proceso de interacción con el medio ambiente, del cual depende su aspecto superficial. La presencia de un frondoso bosque en laderas pendientes indica un equilibrio entre las condiciones ambientales de períodos de lluvia y sequía, donde se va desarrollando el denominado perfil de meteorización. Desde la superficie a profundidad, los minerales de las rocas presentan distintos grados de alteración química, lo cual permite separar las llamadas zonas de meteorización, cuya resistencia puede alcanzar valores

críticos de estabilidad comparados con la pendiente natural. La alteración de dichas condiciones, principalmente relacionadas con períodos de lluvia continuas, trae como consecuencia problemas de estabilidad, originando los deslaves, donde la cubierta vegetal es eliminada arrastrando gran parte de la roca, dejando superficie con mayor resistencia. Véase Figura N°3. García, R. (2014)

La evolución del ciclo depende de las condiciones climáticas, principalmente relacionadas con el denominado efecto de meteorización, el cual se encuentra más desarrollado hacia los trópicos, contrastando hacia los hemisferios norte y sur de nuestro planeta, donde existen cuatro estaciones: verano, otoño, primavera e invierno. Hacia el trópico, se encuentran dos estaciones verano e invierno, diferenciando un período cálido



con sol de otro de lluvias y húmedo. Figura N°3 Ciclo de Desgaste en un relieve montañoso, que muestra los procesos de

desarrollo del meteorización, inestabilidad, erosión y la generación de cobertura vegetal. Tomado de García R. (2014)

En general en el trópico, las condiciones ambientales actúan más activamente sobre las rocas, donde la alteración de los minerales es progresiva y acumulativa, lo cual en las zonas sub-tropicales, el efecto del hielo constituye un agente de limpieza de la mayor parte de los minerales alterados por la meteorización, por lo cual el desarrollo del denominado perfil de meteorización es de menor magnitud.

El perfil de meteorización sometido a largos períodos de lluvias, aumenta la humedad en la roca, disminuyendo su resistencia, originándose los problemas de estabilidad afectando en el perfil las zonas de menor resistencia.

Con el tiempo una vez alcanzada mayor resistencia en las rocas, y mejoradas las condiciones climáticas, se generan una nueva cubierta vegetal, siendo parte del ciclo de Desgaste en el Relieve Montañoso. García, R. (2014)

II.2 Civilización TIWANAKU

Antes de los INCAS existió una antigua ciudad muy importante, denominada Tiahuanaco o Tiwanaku capital de la cultura tiahuanaco ubicada en el altiplano boliviano en la margen oriental del río Tiwanaku, a 15 km al sureste del lago Titicaca, correspondiente al Departamento de La Paz, Bolivia.

“Tiahuanaco fue el centro de la civilización tiahuanaco, una cultura preincaica que basaba su economía en la agricultura y la ganadería, y que abarcó los territorios de la meseta del Collao, entre el occidente de Bolivia, el sur del Perú, el norte de Argentina y el norte de Chile, regiones desde las cuales irradió su influencia tecnológica y religiosa hacia otras civilizaciones contemporáneas a

ella” (Wikipedia, enciclopedia Google).

En la imagen de Google Earth, Figura N°4, se observa la localización de la ciudad en un área de pendiente uniforme, ampliamente deforestada, limitada hacia el sur por una serranía que alcanza cotas de 4700 m.s.n.m., con presencia de nieve.



Figura N°4 Localización de la ciudad de Tiahuanaco, entre el lago de Titicaca y la ciudad de La Paz, sobre una imagen Google Earth. Destáquese el ambiente semiárido del área.

“La antigua ciudad de Tiahuanaco de acuerdo a los historiadores fue testimonio de una importante cultura preincaica que se desarrollo entre 800 a 900 A.C., colapsando entre los años 900 a 1000 D.C. Dada su aparente antigüedad, algunos estudiosos propusieron que Tiahuanaco fue la cultura madre de las civilizaciones americanas, mientras que otros la consideraban como la capital de un antiguo imperio megalítico, o de un gran imperio que se expandió por todos los Andes Centrales”.

Si la ciudad de Tiahuanaco alcanzo tal

importancia cultural, debieron existir condiciones topográficas y ambientales para su desarrollo, contando con importantes áreas de cobertura vegetal de donde se obtendría la madera tanto para las viviendas como para el fuego. La vegetación debió entenderse hasta el pie del relieve montañoso controlando el drenaje, tanto su caudal como el poder erosivo, favoreciendo el cultivo. Posiblemente la ciudad tendría una extensión mucho mayor que la actual, donde los monumentos de piedras podrían constituir iconos de la importante ciudad. Un cambio en las condiciones climáticas, a lluvias continuas podría haber originado entre el valle y las montañas nevadas del sur, problemas de estabilidad en las laderas con pérdida de capa vegetal y grandes aportes de sedimentos hacia el área poblada, acabando con cultivo y parte de la civilización, obligando a su emigración.

La conformación actual del terreno de la ciudad de Tiwanako y hasta el pie montañoso al sur, por su baja pendiente puede estar relacionada con los materiales procedentes de las montañas, de carácter areno arcilloso. Dichos materiales resultan del producto de meteorización de las secuencias de rocas sedimentarias que controlan el relieve montañoso, donde el material de los deslaves deben poseer un porcentaje importante de material fino con pocos bloques.

El desarrollo de la ciudad de Tiwanuko, debió contar con condiciones ambientales muy distintas a las actuales, pudiendo asimilarse a un ambiente de bosque bajo que permitió su deforestación para el uso de la madera en la construcción de viviendas y el desarrollo de terreno agrícola con sistemas de abastecimiento de agua debido a caudales regulados por dichas vegetación en las cuencas.

II.3 Europa siglo X-XIII

Mientras la civilización de los TIWANAKU, colapsaban para el siglo X, en Europa se hizo visible o perceptible a partir del año 1000 un aumento demográfico, donde la población creció tres a cuatro veces hacia el año 1300. Destacándose de la página www.buenastareas.com. Siglo XI-XIII nacimiento urbano, demografía y economía, lo siguiente:

“Una de las principales causas de este aumento demográfico fue la roturación de las tierras europeas, lo cual favoreció la transformación del territorio y el paisaje surgiendo nuevos poblados. Existe una renovación en este sentido de las técnicas y prácticas agrarias, aprovechando la fuerza motriz de las aguas corrientes. El molino comienza a extenderse en este momento pese a ser un invento del siglo I de nuestra era. Su difusión es necesario relacionarla con la cultura medieval y las costumbres de esta época, cada vez presenta mayor importancia la planificación en la alimentación humana”.

“La iniciativa de la construcción de molinos parte de los señores feudales con la intención de acrecentar sus ingresos. Esta expansión agraria y señorial tiene una consecuencia no agraria ni señorial, la recuperación del mundo urbano, desaparecido casi por completo después de la caída de roma hasta finales del siglo X y principios del XI aunque existen algunas zonas mediterráneas de fuerte romanización en las que se podría apreciar la pervivencia relativa de las ciudades de época romana. (Ciudades episcopales, centros de administración religiosa y residencia de algunos obispos). A las funciones tradicionales de estas ciudades cabe añadir con la expansión económica la actividad artesanal y comercial”.

Para lo anterior, se debió contar con terrenos de pendientes suaves, así como un proceso de deforestación sobre una vegetación joven que permitiera obtener los terrenos para los cultivos y la madera para viviendas y el fuego, asociado a un ambiente climático que permitiera la optimización de las siembras durante el año.

La obtención de terreno de pendiente suave pudo ser conformada en su mayor parte por los deslaves provenientes de las montañas, con un paisaje totalmente sin vegetación, sobre los cuales en corto tiempo y debido a un cambio en las condiciones climáticas, equilibrando los períodos de veranos y lluvia, debieron desarrollarse bosques, controlando el caudal de los ríos para su uso como abastecimiento de agua y riego. Lo anterior permitió un avance de los cultivos hacia los bosques, generando estabilidad para el crecimiento poblacional.

III. LA EVOLUCION DE LAS CIVILIZACIONES

Aunque los deslaves es un tema relacionado con el desgaste de la corteza terrestre, la evolución de las civilizaciones puede estar relacionada con las condiciones y estabilidad topográfica en períodos largos de tiempo. Una comunidad evoluciona cuando esta solucionada su preocupación por la vivienda y alimentación, con dichos problemas resueltos la mente humana busca progreso, comodidades, ambiciones, en las cuales de acuerdo a la historia, el hombre evoluciono de una edad de piedra a la llamada edad de los metales. Desde los Egipcios hasta Los Romanos, en un período de unos 4000 años AC, el hombre evolucionó en lo social, político y económico, consolidando grandes ciudades, extendiéndose a nuevos terrenos y ampliando una red estable de vías de comunicación. Todo lo anterior bajo condiciones climáticas de

períodos estables a partir del retiro del último gran período glaciario hace unos 10.000 años.

En el continente Americano, hacia los hemisferios norte y sur, los efectos de las glaciaciones debieron tener una intensidad similar como en Europa, siendo menor hacia la zona tropical. Posteriormente el retiro de los glaciares debió ser más rápido en la zona tropical, que hacia los polos, exponiendo las rocas a los efectos de nuevas condiciones climáticas, desarrollando el denominado perfil de meteorización, el cual debió presentar efectos más acentuados hacia el trópico. Con el paso del tiempo las laderas expuestas a las condiciones climáticas pierden su resistencia que asociado a períodos de lluvia de mayor intensidad y duración, pierden resistencia y se originan problemas de estabilidad,



relacionados con los deslaves.

Foto N°1 Aviso de bienvenida al sector de las excavaciones en Caral, Perú

Comparando la civilización Egipcia con los descubrimientos arqueológicos de Caral en Perú, véase Foto N°1, la data reportadas de ambos desarrollos son similares, aunque con condiciones topográficas distintas, Egipto en la desembocadura del río más largo del mundo El Nilo, Caral al pie de las altas montañas de la cordillera Andina, cuyos picos de 5000 metros

pueden ser observados desde el pie de monte. No es difícil visualizar los problemas de aporte de sedimentos hacia el pie de monte, relacionados con los deslaves, los cuales ocultaron el desarrollo alcanzado en Caral, donde la evolución humana se vio truncada por dichos fenómenos.

Igual que Caral, la evolución futura de los desarrollos en el área Andina, debió depender de la estabilidad en las laderas de montañas cercanas, cuyos comienzos en todas las civilizaciones dependieron del uso de la piedra como material de construcción, desarrollando la estabilidad de paredes para viviendas y muros, así como monumentos megalíticos estos últimos alcanzando su estabilidad por su forma piramidal. El riego fue desarrollado en toda su extensión, mediante tomas y canales, así como la distribución del agua en los distintos niveles de terrazas. Si comparamos el desarrollo alcanzado por los Incas a la llegada de los españoles, podríamos ubicar un atraso en los conocimientos alcanzado por las civilizaciones europeas de unos 3000 años, habiendo mantenido dichos conocimientos a nivel de Egipto.

La inteligencia del Inca a la llegada de los españoles había evolucionado en los aspectos sociales así como el desarrollo de amplias aéreas de cultivos y su comercialización, relacionadas con las obras de estabilización de las laderas, estando en desventaja con la ambición de poder del colonizador español, quien contaba con una tecnología avanzada de guerra y los conocimientos para construcciones modernas para la época que se imponían sobre las viviendas incas existentes.

IV. DESLAVES VENEZUELA 1999

Para Diciembre de 1999, en el Estado Vargas de Venezuela, limitado por el mar Caribe, se producen unos fenómenos meteorológicos con un período de intensas lluvias que saturaron las laderas pendiente de las montañas que limitan las zonas pobladas localizadas cercanas al nivel del mar, transportando los ríos grandes aportes de sedimentos producto de la inestabilidad en las cuencas. Los efectos se pueden visualizar en el área de Caraballeda en la foto aérea para la época del evento, Figura N°5, se destaca la invasión lateral al cauce por grandes aportes de sedimentos, así como la modificación de la línea de costa, donde los aporte de arena desplazaron el mar a unos 300 metros. Dichos aportes de sedimentos desbordaron los cauces abarcando las densas áreas pobladas, con más 7000 víctimas. Véase Foto N°2.



Figura N°5
Vista Aérea del deslave de Vargas (1999).



Foto N°2
Vista de los aportes de sedimentos sobre el área poblada de Caraballeda.

Las condiciones topográficas de implantación de amplias áreas pobladas requieren en general relieves suaves, en donde la mayor parte de las ciudades y capitales del mundo se encuentra relacionado con fenómenos similares al descrito, pero de grandes magnitudes en el pasado. El área del desarrollo de Caraballeda, está conformada por un gran cono coluvial, de más de 2.000 hectáreas, de forma triangular y con curvas de nivel en abanico, cuyo ancho se amplía desde la cota más alta a unos 2 km de la costa, hacia el nivel del mar, abarcando una longitud de costa de unos 7 km. Para la formación de dicho cono coluvial se requirió de varios fenómenos catastróficos, estimándose un volumen para su formación de más 500x106 m³, donde el evento de Vargas en Caraballeda, (1999) no alcanza el 1%. Véase Foto N°3.



Foto N°3

Detalle de los materiales arrastrado por el deslave (Vargas 1999).

Dicho evento se podría catalogar como de muy baja magnitud, donde las laderas habían presentados eventos de mayor magnitud catastrófica en el pasado cercano que dio lugar a la conformación topográfica de pendientes suaves que permitió su desarrollo habitacional en los últimos 100 años. En la actualidad Diciembre 2014, después de 15 años del evento de Vargas (1999) se observa que las áreas afectadas se encuentran totalmente recuperadas, con la canalización del cauce, construcción de nuevas vías y el desarrollo de numerosas playas recreacionales, así como construcciones habitacionales, donde a la vista nunca pasó ningún desastre. Véase Foto N°4.



Foto N°4
Vista actual (2014) del sector de Caraballeda, cuya línea de costa fue desplazada hacia el mar

La generación nueva de habitantes, en general no se acuerda del problema y solo está en el pensamiento de las personas que sufrieron perdida de algún ser querido.

Dicha conformación topográfica en Caraballeda, es similar a varios desarrollos urbanísticos que conforman el estado Vargas en Venezuela, principalmente relacionados con los ríos y quebradas que vienen de la montaña. Similar situación se presentan

mundialmente en valles hacia donde drenan ríos, cuyos eventos de inestabilidad de las laderas en el pasado conforman acumulaciones extraordinarias de sedimentos, en forma de amplios conos coluviales, cuya conformación de pendiente dependerá de las características granulométricas de los materiales arrastrados.

V. LOS DESLAVES EN EL MUNDO

En cualquier ciudad del mundo actual se pueden observar que fenómenos de deslaves han conformado el relieve para el desarrollo urbanístico, destacándose que gran parte de las importantes capitales en Europa, presentan ocultos desarrollos a niveles inferiores de los actuales, tapiado por avalanchas o deslaves, sobre los cuales se desarrollaron las modernas ciudades actuales.

La mayor parte de las edificaciones ocultas, se han conservado, siendo objeto de excavaciones y estudio por especialistas, estando a la vista desde cotas superiores el desarrollo original de las ciudades, como ejemplo se tiene el área de la antigua Roma cercana al Coliseo, donde las calles actuales perimetrales se encuentran a más de 10 metros por encima de las antiguas calles romanas. Véase Foto N°6. Similar situación se observa en Brescia, poblado localizado al Norte de Italia, donde parte de las viejas calles romanas y viviendas se encuentran por debajo del nivel actual de las calles modernas.

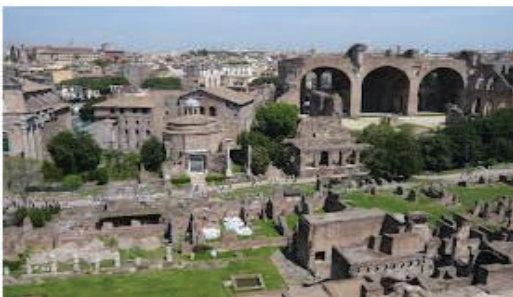


Foto N°6

Foro Romano. Vista tomada de Google

En general Europa presenta una historia con gran desarrollo a partir del siglo XI, dando lugar a las grandes ciudades tal como las conocemos, cuyos edificios emblemáticos, como castillos y palacios, se encuentran a los niveles actuales del terreno de los desarrollos urbanísticos modernos. Se destacan gran número de Iglesias católicas, que dominan por encima de los restos no visibles de la civilización romana.

La mayor parte de las capitales y grandes ciudades del mundo poseen un desarrollo urbanístico en amplios valles, en general con un relieve montañoso cercano, de donde provinieron los sedimentos para la conformación topográfica actual. La pregunta que nos hacemos es la siguiente:

¿Cuándo ocurrió dicha conformación topográfica, estamos hablando de 1000, 10.000, o más años? Para poder ocurrir los grandes aportes de sedimentos debieron estar relacionados con un ambiente de predominio de lluvias, posiblemente a nivel mundial. Los efectos catastróficos de dichos cambios climáticos se encuentran poco documentados, lo que no sucede con un sismo, más bien se pueden considerar eventos naturales, en los cuales los habitantes se van adaptando al cambio, creando un ambiente de iniciativas de supervivencia, donde la mente del ser humano requiere de ingenio que le permita adaptarse y sobrevivir a las condiciones de los eventos naturales que se le van presentando.

Dicho aporte de sedimentos requirió que las montañas constituidas por distintos tipo de rocas se encontraran en condiciones donde los problemas de estabilidad se generaran y los eventos de erosión se facilitaran a profundidades importantes. Para lo cual las rocas de las montañas deberían encontrarse meteorizadas, termino descritos en párrafos anteriores y el cual se asocia principalmente a la alteración química de los

minerales que forman las rocas, similar a los procesos de oxidación de una cabilla de acero a la intemperie, cuya alta resistencia se pierden en período de meses.

Se encuentran en la bibliografía, detalladas investigaciones sobre los períodos glaciales, destacándose el último período con el nombre de Wisconsin en América del Norte y de Wurm en Europa, comenzando desde el presente hace 110.000 años y terminando a partir de los 10.000 años. Dicho período de glaciación debió actuar como un papel de lija sobre las superficies cubiertas, las cuales una vez que el hielo se retira, las rocas entran en contacto con la atmosfera, desarrollan un proceso de alteración con la superficie expuesta generando suelos y cobertura vegetal, así como un perfil de meteorización.

Existe una amplia bibliografía sobre las variaciones climáticas en los últimos 1800 años, basada en núcleos de hielo, radiolarios, carbono 14, mancha solares, etc., indicando unas condiciones climáticas cálidas entre los años 1000 a 1450 cambiando a frías hasta el siglo XIX, desde donde la temperatura ha aumentado progresivamente.

Llama la atención el gran desarrollo en Bolivia que alcanzo la población TIWANAKU, cerca del lago de Titicaca, donde la información actual existente muestran un terreno árido, cuyos monumentos han sido desenterrados, marcando una civilización que culmino en el año 1100. Posteriormente a partir del año 1200 se desarrolla el llamado imperio INCA, dejando numerosos monumentos entre los que se destacan Pisac, Ollantaytambo y Machu Picchu, asociado a un amplio desarrollo para cultivos en terrazas, conformadas en laderas pendientes, así como edificaciones a base de grandes bloque de roca. Mientras tanto en Europa de acuerdo a la historia se encuentra en decadencia el Imperio Romano, a partir del año 700, con su colapso para el 1000 y posteriormente para los siglos

XI a XIII resalta el “Resurgimiento Demográfico”.

El cambio climático entre los años 1000 a 1100, coincidió en América con el comienzo del desarrollo INCA y en Europa con un cambio socio económico, desarrollándose las grandes capitales del continente. Los eventos naturales generados pudieron ser el comienzo de una nueva era, destacándose en Europa la eliminación de la influencia romana, imponiéndose la religión católica a los sistemas religioso, social y económico. Así mismo el imperio Inca, permitió un cambio a una nueva visión social y económica, la cual fue truncada después de 300 años de desarrollo por la llegada de los españoles. Las nuevas condiciones climáticas con laderas estables a la llegada de los españoles, facilitaron la ocupación en terrenos aparentemente descuidados por los Incas.

La magnitud de las catástrofes naturales depende del relieve topográfico y sus efectos hacia las áreas pobladas y/o sembradíos que puedan destruir a su paso. Los deslaves han ocurrido en el tiempo geológico, pero son de gran importancia en el pasado cercano relacionado con la evolución humana, sus efectos en tiempo relativamente cortos, modifican la superficie terrestre tanto en las montañas afectadas por los deslaves, como en los valles con acumulación de sedimentos acompañado de agua, modificando la posición y los niveles de cauces.

VI. DESARROLLO AGRICOLA EN EUROPA, SIGLOS XI-XIII

La relación entre las variaciones del clima y la expansión agraria entre los siglos XI-XIII, se encuentra resumida en información por internet denominado: Arte Historia V2 (www.artehistoria.com/V2/contextos/1028.htm), del cual se extrae los siguientes párrafos:

“A pesar de los avances al respecto y de las expectativas despertadas por la incorporación de nuevas técnicas al redescubrimiento del pasado, aún existen serias dificultades para reconstruir la historia del clima a partir del año mil a través de los testimonios escritos. Para los siglos XI y XII apenas se dispone de algunos textos que, de manera accidental, recojan situaciones meteorológicas destacables que demuestren una evolución climática significativa.”

“No obstante, coinciden ya historiadores, economistas y climatólogos en la realidad de una limitada edad glacial culminada en el siglo XVIII y con un óptimo que favoreció a Europa occidental entre los siglos XI al XIII; y sin poder precisar en el tiempo el origen de dicha mejoría, sí se permite resaltar que el llamado "resurgimiento demográfico", inducido entre otras causas por la mayor disponibilidad de recursos alimenticios, se puede situar en la segunda mitad del siglo X.”

“no hay indicios suficientes para poder hablar de que el clima en Europa mejoró hasta el punto de convertirse dicho agente en decisivo para comprender la serie de cambios y progresos que se acumularon en el continente a lo largo de los siglos XI al XIII.”

Para el resurgimiento demográfico alcanzado en Europa, se debió contar con terrenos de pendientes suaves, así como un proceso de deforestación humana sobre una

vegetación joven que permitiera obtener los terrenos para los cultivos y la madera para viviendas y el fuego, contando con un ambiente climático que permitiera la optimización de las siembras durante el año.

Tal como se describió en el punto Europa siglos X a XIII, los terrenos de pendiente suave pudieron ser los resultados en su mayor parte por los deslaves provenientes de las montañas, con un paisaje inicial totalmente sin vegetación. En corto tiempo y debido a un cambio en las condiciones climáticas, equilibrando los períodos de veranos y lluvia, debieron desarrollarse bosques, controlando el caudal de los ríos para su uso como abastecimiento de agua y riego. Lo anterior permitió un avance de los cultivos hacia los bosques, generando estabilidad para el crecimiento poblacional.

VII. ROMA Y EL OCULTAMIENTO DEL GRAN IMPERIO ROMANO

La historia sobre Roma desde su fundación hasta la sustitución del amplio Imperio Romano por la Iglesia Católica, se encuentra escrita en una amplia bibliografía por ilustres historiadores, lo cual no puede ser descrito en esta corta presentación donde se acepta el gran desarrollo de Roma, pero su decadencia y ocultación de la gran cantidad de edificaciones se relaciona con eventos naturales. Las antiguas edificaciones han sido y están siendo objetos de importantes excavaciones Arqueológicas, con gran atracción de investigaciones y turísticas.

De los trabajos consultados se destacan en Wikipedia, el de Flavio Biondo (1392-1463):

“Biondo publicó tres libros de texto sistemáticas y documentadas sobre las ruinas de Roma, lo que le dio la reputación de ser

considerado uno de los primeros arqueólogos. historiadores antiguos y posteriores se basaron en las bases establecidas por su amigo contemporáneo Poggio Bracciolini (1380-1459), en un momento que fueron olvidados y sin explorar las ruinas de la antigua Roma. Cuando en 1430 Bracciolini piso el Capitolio por primera vez solo había campos desiertos y abandonados. El Foro, sepultada por la erosión del suelo, pisada por las vacas y los cerdos criados en su vegetación nativa. Flavio y sus compañeros humanistas como Battista Leona Alberti (1404-1472) comenzaron a explorar y documentar la arquitectura, la topografía y la historia de Roma, y en sus investigaciones revivieron la visión de la antigua gloria de la época romana”.

Roma fue fundada en el año 743 AC, denominada ciudad de las siete (7) colinas, limitadas por valles de quebradas, que drenan principalmente hacia la isla Tiberina. La ciudad debió ser fundada donde las condiciones topográfica favoreciera con un mínimo movimiento de tierra, contar con un abastecimiento de agua permanente y limpia, desarrollo de siembra controladas y ganadería, por lo cual debió escogerse el valle limitado entre las colinas del Capitolio y Palatino, donde se desarrolló con el paso de los siglos el llamado Foro Romano. Así mismo la cercanía al río Tiber y la presencia de la isla Tiberina, facilitó la instalación de un puerto.

También para el cruce del río, se pudo haber utilizado dicha isla como división del caudal del río en dos tramos, el cual podría ser desviado en su totalidad hacia el uno u otro, en época de verano, así mismo al estar el caudal dividido se facilitarían la construcción del puente romano existente.

Inmediatamente aguas abajo, de la isla Tiberina, el cauce del río Tiber se encuentra controlado lateralmente por la colina Aventino y otra colina del lado Noroeste, desembocando por su margen izquierda, el drenaje del área

romana. Dicho drenaje debió constituir en época de lluvia, una barrera al libre flujo del río, disminuyendo su velocidad y generando sedimentación para la formación de la isla.

El auge del desarrollo de Roma debió ocupar los valles entre las colinas, donde se facilitaron la ubicación de los sistemas de cloacas, así como los primeros abastecimiento de agua mediante acueductos. Las colinas debieron ser utilizadas posteriormente para desarrollos habitacionales que rápidamente formaron una malla de calles y avenidas principales de acceso. Lo anterior obligó a conducir el agua a través de acueducto elevados con principios de ingeniería hidráulica y estructural de tecnología moderna.

El Imperio Romano se extendió por toda Europa, construyendo una gran red de caminos empedrados, así como numerosas ciudades de similitud arquitectónica a Roma, donde se destaca en la actualidad los sistemas abovedados para la construcción, acueductos y cloacas. De la página de wikipedia, Historia Romana, siglo VIII DC se destaca lo siguiente:

“No hay muchos monumentos bien conservados de este siglo VIII pero se ha registrado a lo menos una docena de iglesias. Un trozo de calle medieval de este siglo se ha descubierto al lado del Foro della Pace en la Via dei Fori Imperiali donde se ven también restos de casas del siglo IX y la abertura o inicio de la Cloaca Massima de la época romana”.

“Roma, para el siglo XII, siempre dentro del recinto de los muros aurelianos, apenas tiene unos 40.000 habitantes y presenta su mayor densidad urbana cerca del río, pues los acueductos no funcionaban. Las calles estrechas donde avanzaban los portales de las casas eran abarrotadas de comercio y las más de 300 torres daban a Roma un aspecto completamente distinto al que había tenido en el pasado y tendría en el futuro, pues la mayoría de la construcciones medioevales

serían demolidas para dar espacio a las mansiones del renacimiento y al posterior barroco”

No existe ninguna información sobre los procesos de ocultación de gran parte de los desarrollos romanos por tierra al igual que en toda Europa, estando relacionados principalmente a sectores de topografía de valles, tal como se muestra en las excavaciones llevadas a cabo en el foro romano. Dichos relieves en general planos y limitados en parte por montañas, debieron ser sometidos en el pasado cercano por procesos de gran aporte de sedimentos, asociados a períodos de lluvias continuas, con la saturación de las laderas, y la generación de deslaves. Dicho aporte de sedimentos debió canalizarse por el río Tiber y en distintos afluentes, incluyendo las quebradas de los valles que conforma Roma, originando un ascenso en el nivel de sedimentos, el cual con el paso del tiempo, recobro el nivel original, quedando una serie de terrazas aluviales que ocultaron parte de la antigua ciudad romana.

Los estudios existentes de cambio climático en los últimos 2000 años evidencia, que de un ambiente húmedo entre los años 500 a 1000 con acumulación de hielo, cambia entre los años 1000 a 1450 un ambiente variablemente caliente, denominado Ambiente Caliente Medioeval (MCA), sin la acumulación de hielo, que cambia entre los años 1450 a 1900, a un clima designado como Pequeña Edad de Hielo (LIA).

Al igual que Roma en la totalidad de las ciudades Europeas, que pertenecieron al imperio romano, gran parte de su desarrollo para la época se encuentra oculto, siendo objeto de investigaciones arqueológicas.

VII. 1 Antigua Roma, ciudad oculta

En el programa de TV de “History Channel” sobre ciudades ocultas, uno de los capítulos en Roma, describe que por debajo de la ciudad actual existe el desarrollo de una gran metrópolis, donde parte de los cimientos originales forman parte de las edificaciones construidas en la edad media, la cual abarca desde la caída del imperio Romano al descubrimiento de América. Es posible que la ciudad de Roma tal como la conocemos actualmente se ubique al comienzo de la denominada Baja Edad Media en el período de plenitud del siglo XI al siglo XIII.

Una pregunta que debemos hacernos es la siguiente: ¿Qué obligo a un nuevo nivel de edificaciones unos 10 metros o más por encima del nivel original de las edificaciones romanas?

La única respuesta de lo anterior es un relleno a gran escala, tapando las edificaciones romanas, que para la época debió ser construido por la naturaleza. No existe explicación que permita rellenar y mantener un nivel de una superficie del terreno, en general con pendiente uniforme, que el transporte de material por medio del agua, sumergido, donde las partículas gruesas se transportan mediante arrastre de fondo y los menos gruesos en suspensión. El cambio de velocidad del agua, debido a disminución de su volumen, origina el proceso de sedimentación selectiva, primeros los materiales más gruesos, seguidos por las gravas y arenas, estos últimos más lejos de la fuente de origen.

Durante el gran deslave de Vargas, Venezuela (1999), los aportes de sedimentos cubrieron hasta el tercer nivel de edificaciones existentes, todo lo cual fue removido mediante maquinas, recuperando el nivel original de las

calles.

En las edificaciones romanas, las gruesas paredes de carga sobre las fundaciones originales, no fueron afectadas por los sedimentos, los cuales confinaron dichas paredes, que fueron utilizadas como fundación para las nuevas edificaciones, manteniendo en muchos casos las luces originales.

VIII. PARIS (FRANCIA) Y LAS TERMAS DE CLUNY

Ejemplos de ocultamiento por aporte de sedimentos de edificaciones romanas, pueden ser observados en Europa en gran parte de las grandes ciudades y capitales actuales, destacándose en Paris las termas de Cluny. Las condiciones actuales del relieve que presentan las termas de Cluny, en el sector de La Sorbona en Paris, con un nivel de calle por debajo del nivel actual de las amplias avenidas, constituyen un ejemplo típico de grandes aportes de sedimentos por evento de deslaves procedente de la cuenca en época pasada cercanas, aparentemente después del siglo X, lo cual controló durante la época medioeval, el nivel de desarrollo de la ciudad de Paris.



Foto N°7

Vista de las termas de Cluny, desde el nivel actual de las avenidas.

Las termas localizadas en el sector de La Sorbona, constituyen un gran atractivo turístico asociado al museo de igual nombre. Se puede diferenciar en la edificación original de las termas el sector denominado “El Frigidarium” construido en el siglo I. Véase Foto N°7. Lateralmente se construyeron edificaciones emblemáticas que se extendieron para formar parte de una residencia de moda para la época construida a principio del siglo XIII. Posteriormente para el siglo XV se reemplaza la edificación por el hotel Cluny. El museo de Cluny, fue fundado en 1843 (información turística del museo).

Llama la atención el desnivel existente entre las calles actuales y el nivel inferior de las termas, el cual puede ser estimado en unos 5 metros. Dicho desnivel se puede extender en otras excavaciones arqueológicas en el área de Paris, pudiendo mencionar entre otras, la cripta de Nostre-Dame y la arena de Lutèce. Podemos extrapolar que los terrenos de la ciudad de París, aledaños al río Sena, debieron tener un nivel inferior al actual, lo cual se evidencia en las excavaciones arqueológicas y en los niveles de fundación alcanzados para dichas edificaciones emblemáticas, construidas después del siglo X, donde parte de las edificaciones romanas fueron tomadas como sitios de las nuevas construcciones. Desde la fundación de Paris el río Sena debió tener un cauce sinuoso el cual fue canalizado a medida que avanzaban la construcción de edificaciones cercanas al río.

El área donde se desarrolla la ciudad de Paris, en general posee un relieve plano, destacándose sus características desde las vistas que permiten la colina de Montmartre o desde la torre Eiffel. El río Sena cruza el amplio desarrollo urbanístico alcanzado en la

actualidad, cuya cuenca hasta la desembocadura al mar posee un área de unos 78.000 km², de la cual su paso por Paris drena el 70% de dicha área. Hacia el sur, la cuenca está limitada por terrenos montañosos, que cambian hacia el norte a terrenos ondulados, intensamente cultivados, los cuales contrastan con el área plana donde se desarrolló Paris.

Para la conformación topográfica actual de amplias áreas planas que permitió el desarrollo urbanístico de la ciudad de Paris, desde el siglo X, debieron existir en un comienzo, condiciones climáticas asociadas a un mayor periodo de lluvias continuas que permitiera la saturación de las laderas, con periodos de lluvias intensas, ocasionando altos caudales de crecientes, asociados a deslaves superficiales. El área de inundación debió cubrir lateralmente amplias extensiones, cuyos materiales transportados por el agua se depositaron al disminuir la velocidad del flujo, formando amplias terrazas aluviales de topografía plana, que cubrieron gran parte de los monumentos romanos, lo cual conformaron un relieve ideal para cualquier desarrollo urbanístico.

IX. DESARROLLOS INCA EN EL VALLE DEL RIO URUBAMBA

En las visitas turísticas a los distintos monumentos Incas a lo largo del valle del río Urubamba, véase Foto N°8, se realiza un recorrido por carretera y tren a lo largo de dicho valle, pasando por los poblados de Pisac, Calca, Urubamba, Ollantaytambo y Aguas Caliente, este último aledaño al monumento Machu Picchu. A lo largo de las laderas que limitan el ancho valle aluvial del río Urubamba, así como hacia valles secundarios que confluyen hacia dicho río, se destacan extensas zonas de terrazas de cultivos, en laderas pendiente, las cuales están asociadas

a formaciones geológicas de edad Triásica-Jurásica, que se extienden desde el Sur de Pisac hasta Ollantaytambo. Dichas formaciones están constituidas por capas de mayor resistencia, intercaladas con capas de menor dureza, con una conformación de la ladera natural de forma escalonada, siendo un control natural para la erosión.

La mayor parte de las terrazas de cultivos coinciden con amplios anfiteatros topográficos de formas convexas, producto de inestabilidad o deslaves en las laderas, sobre las cuales fueron construidas las amplias terrazas, mediante el uso de muros de bloques de rocas que tienen cierta continuidad con las capas que controlan las formaciones geológicas. Véase punto X) LA GEOMORFOLOGÍA Y EL TIEMPO GEOLÓGICO. En general en las áreas de terraza para cultivo, las capas se encuentran con buzamiento en sentido contrario a la pendiente del terreno, con gran estabilidad actual en las laderas.



Foto N°8
Vista del amplio valle aluvial del río Urubamba, actualmente totalmente cultivado.

En la imagen de Google al Noroeste de Pisac, Figura N°6, se observa la obtención de terrazas en las laderas pendientes, que coinciden con la convexidad en la ladera

producto de problemas de estabilidad asociados a deslaves. Si observamos con detalle los anfiteatros topográficos, la presencia de varias capas que limitan la ladera hacia el anfiteatro se ocultaron mediante relleno confinados con la construcción de muros de piedra, que permiten obtener la terraza de cultivo. Una vez obtenidas las terrazas, se requiere el agua para el riego, lo que constituyen obras de ingeniería avanzada.

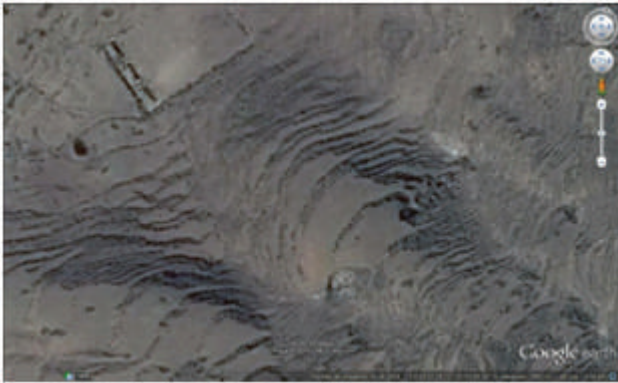


Figura N° 6
Imagen Google Earth al Noreste de Pisac, donde se destacan las formas topográficas en anfiteatro y la construcción de terrazas.

Las amplias áreas de terrazas que se observan entre Pisac y Ollantaytambo, evidencia una población importante que alimentar. Lo anterior tiene un gran contraste con las poblaciones coloniales fundadas por los españoles en el valle del río, presentándose en la actualidad totalmente cultivado. La pregunta que surge es la siguiente:

¿Existiendo el amplio valle del río, con facilidades de cultivo, agua, y terreno plano para la construcción de viviendas, porque se construyen en la ladera pendiente rocosa amplias terrazas a partir de muros de piedra, así como desarrollos habitacionales?

Aunque puede haber respuestas con respecto a una mejor visión astronómica y/o

religiosas, los cultivos en terrazas a base de largos muros de piedra de 4 o más metros de alto, abarcando varias centenas de hectáreas, constituyen obras impresionantes a la vista, que solo por necesidad requieren ser construidas.

Los desarrollos actuales de los pueblos localizados a lo largo del valle del río Urubamba, como son Pisac, Calca, Urubamba, Ollantaytambo y Aguas Calientes, se encuentra relacionados con una conformación topográfica denominada conos coluviales, que se localizan al final de una confluencia de un cauce de menor importancia con uno principal, como es el caso del río Urubamba.

Dichos conos presentan un relieve suave en forma de abanico, siendo el resultado de un gran aporte de sedimentos proveniente de problemas de estabilidad de las cuencas, transportados por la gravedad y posteriormente por el agua en el cauce de un río y/o quebrada, los cuales se depositan como resultado de un cambio de velocidad en el flujo, en nuestro caso cuando los sedimentos llegan al amplio valle de río Urubamba. En la foto N°8, se destaca el amplio cono coluvial, donde esta desarrollada en la actualidad el pueblo de Urubamba, cuyos sedimentos ocuparon el ancho valle del río, estando actualmente la secuencia sedimentaria está cortada por el actual nivel del cauce del río, con desniveles del orden de los 15 metros.



Foto N°8

Vista de la población actual de Urubamba, desarrollada en un amplio cono coluvial.

Aguas abajo de Ollantaytambo se localiza a unos 29 kilómetros el poblado de Aguas Caliente, desde donde se asciende al imponente monumento de Machu Picchu. De acuerdo a la bibliografía existente el pueblo de Aguas Caliente, se fundó a comienzo del siglo pasado, 1911, destacándose lo estrecho del valle del río, así como la conformación del valle de la quebrada Aguas Caliente, donde se destacan sedimentos coluviales, que controlan las altas pendientes del desarrollo urbanístico del pueblo. No es difícil imaginarse que cualquier problema de estabilidad en la cuenca de Aguas Caliente, podría ocasionar graves destrucciones.

A lo largo del valle del río Urubamba se destacan terrazas aluviales recientes que marcan niveles superiores del cauce del río, cuyos remanentes son aprovechados para el paso del ferrocarril turístico existente.

IX.1 Control de erosión en el valle de Urubamba

En la visita a la antigua ciudad de Pisac, con sus impresionantes terrazas para cultivos, observaciones hacia el valle del río Urubamba, destacan los cultivos actuales en las amplias planicies que contractan con las terrazas a cotas superiores, tal como se observa en la foto N° 9. Dichas terrazas ocupan amplias áreas, con desniveles de más de 600 metros, destacándose obras hidráulicas de canalización y control de la erosión.



Foto N° 9

Vista superior de las terrazas de cultivos de Pisac.

Observaciones detalladas en imágenes de Google Earth, permiten delimitar amplias zonas de formas escalonadas similares a Pisac, en las laderas que limitan el valle del río Urubamba, localizadas desde Pisac hasta Ollantaytambo, alcanzando cotas altas. Hacia algunos toques de filas pueden ser identificadas las bases de edificaciones, de piedras. Dicho escalonamiento está asociado a formas de anfiteatros topográficos debidos a problemas de estabilidad y al control geológico de la ladera por la presencia de capas duras, lo cual favoreció en tiempo sus construcciones. Así mismo la condición de las formaciones geológica constituidas por capas, constituyen un control de ladera naturales escalonadas para efectos de erosión. El progreso que debió existir en la cuenca de Urubamba, es difícil de imaginar, con un control total ambiental que permitió un gran desarrollo agrícola, que en la actualidad, aun con la alta tecnología alcanzada, se observan como obras difíciles de implementación. Hacia el pie de la ladera en Pisac Inca, véase Foto N° 10, es impresionante el escalonamiento obtenido en el terreno, con cientos de largos muros con alturas del orden de los 4 metros, destacándose todos los detalles en el drenaje, comparados con un proyecto actual. Tal como se describió al comienzo del capítulo, se destaca que la construcción de terrazas abarcó principalmente formas topográficas en anfiteatro, convexas, las cuales dentro del relieve pendiente, ofrecían mejor aprovechamiento a partir de la construcción de muros. Los anfiteatros topográficos son el resultados de problemas de estabilidad en las laderas, con depresiones convexas en el relieve, donde las rocas alteradas por los efectos de meteorización son removidas, actuando los fenómenos de erosión por el agua, conformando una superficie en general con afloramientos rocosos, estables y de buena capacidad de soporte. En el relieve montañoso que limita el pueblo de Urubamba, véase Foto N11, se destacan en la totalidad de

la ladera, la construcción de amplias terrazas ubicadas principalmente en los cauces, abarcando desde las altas filas topográficas hasta el pie de monte, donde comienza el relieve suave, del desarrollo actual del urbanismo.



Foto N° 10
Pie de las terrazas de la foto anterior a un desnivel de unos 600 metros.



Foto N°11
Vista de la montaña de Saywa-Yucay, que limita el área poblada de Urubamba. En las laderas desde el tope de la divisoria hasta el pie, se encuentra construidas terrazas.

Los muros de piedra, conformando terrazas constituyen en la actualidad el mejor sistema para el control de los procesos de erosión y la reforestación de las laderas, lo cual debió ser implementado por los Incas para la recuperación de cuencas, permitiendo la base para la expansión del imperio, con una alta producción de alimentos agrícolas.

El área entre Pisac y Ollantaytambo esta controlada por secuencias de capas de rocas donde se intercalan estratos duros con intervalos de menor dureza, las cuales fueron sometidas en el pasado a un proceso de inestabilidad por deslaves, así como un fuerte procesos de erosión, que debieron dejar numerosos bloques de roca dura en la superficie que facilitaron la obtención de la piedra para la construcción de los muros.

Es importante destacar que las montañas adquieren formas redondeadas cuando los efectos de meteorización son acentuados, desarrollando con el paso del tiempo una cubierta de vegetación abundante y un perfil de suelos residuales de gran espesor. Lluvias continuas, con efectos de saturación del terreno, originaran problemas de estabilidad, eliminando dicha cubierta vegetal y los espesores de roca menos competente, haciendo visible las estructuras geológicas, que controlan el macizo rocoso.

El área escalonada en terrazas, en las laderas que limitan el valle aluvial del río Urubamba, se estiman de acuerdo a las observaciones de las imágenes en Google earth, que en el pasado no fue menor al 15% de la superficie del terreno, cubriendo una amplia franja de más de 3 kilómetros hacia ambos lados del cauce del río, desde Pisac hasta Ollantaytambo, con una distancia de unos 40 kilómetros. El área desarrollada se estima en unas 3.600 has., lo cual contribuyó a la recuperación de las laderas, estabilizándolas, permitiendo el control de los problemas de estabilidad y de erosión. La

producción agrícola del área abasteció alimentos a una gran población y ciudades cercanas como el Cuzco, pudiendo haber sido el eje de un gran intercambio comercial, que pudo abarcar la selva amazónica.

IX.2 Paisaje Pre-Inca

Si tenemos un relieve montañoso, con una cubierta vegetal y al pie valles aluviales estables, con terrenos planos, cualquier desarrollo humano se ubicaría en dichos terrenos, que faciliten la construcción de viviendas principalmente con madera.

En caso de largos períodos de lluvias, las laderas de las montañas se saturan, rompiendo su estabilidad y generando una serie de deslaves, con la eliminación de gran parte de la cubierta vegetal, generando un paisaje de laderas inestables, sometidas a procesos de erosión.

Es importante destacar que para el caso del valle de Urubamba caracterizado por un valle estrecho y asumiendo una afectación de gran parte de las laderas por problemas de estabilidad, se debieron aportar grandes volúmenes de sedimentos, terminando con cualquier evidencia de vestigio humano. Debido a lo estrecho del valle del río, los aportes coluviales provenientes de valles perpendiculares al cauce debieron ocupar todo su ancho, con la formación de represas, que dieron lugar a lagos, cuyo proceso de erosión vertical por el río, fueron drenando, destacándose niveles de erosión a unos 15 metros por debajo de la superficie actualmente pobladas.

En los problemas de estabilidad ocurridos en Vargas-Venezuela (1999), descritos en capítulos anteriores, solo la cuenca del río Naiguatá aportó unos 5x10⁶ metros cúbicos, con una importante descarga de sedimentos arenosos hacia el mar a unos 2 km del pie de montaña, desplazando la línea

de costa a más de 300 metros de línea original. Si nos imaginamos un evento similar en el valle estrecho del río Urubamba, hacia donde drenan numerosas quebradas, el aporte de materiales procedentes de las laderas de las distintas cuencas, formarían una serie de conos coluviales que actuarían como represas, generando una especie de lagunas escalonadas, manteniendo el sentido del drenaje, sometido a un proceso de erosión vertical, al paso del tiempo.

Los deslaves abarcaron la denominada zona de roca meteorizada dejando en superficie la roca en condiciones físicas en general fresca, que facilitaron posteriormente su explotación como material de cantera.

IX.3 Paisajes INCAS

De acuerdo con las investigaciones climáticas de L. Thompson (2014) en las capas de hielo del Quelccaya y en los sedimentos rojos de la laguna de Pallcacocha, hacia el año 1000 termina un período de ambiente caracterizado por la acumulación de hielo así como ausencia de sedimentación hacia la laguna, indicando un ambiente caliente y húmedo, lo cual debió controlar los períodos de lluvias, sin intensidades importantes. A partir del año 1000 se destaca en general una ausencia de acumulación de hielo hacia Quelccaya, pero aportes de sedimentos rojos hacia la laguna de Pallcacocha, clasificado el clima como variablemente caliente y persistentemente seco. De acuerdo a lo anterior, aunque debieron existir períodos secos, también se originaron períodos de lluvias, aparentemente con mayor continuidad entre los años 1000 a 1100, disminuyendo y equilibrando con períodos de verano hasta el año de 1400.

Si relacionamos la variación de los eventos climáticos con períodos de lluvias continuas, saturación de las laderas y

problemas de estabilidad, el gran aporte de material procedente de los deslave, debió ser depositado hacia el valle del río principal. Los desarrollos habitacionales en el valle debieron ser afectados, abatidos por las condiciones climáticas, ideando los habitantes para su supervivencia desarrollos habitacionales en las laderas pendiente, donde pudieran tener mejor control de los eventos climáticos.

El paisaje pre-inca después o durante el período de los eventos, sería de laderas sin vegetación, con un fuerte proceso de erosión de limpieza de los materiales sueltos sobre dichas laderas, y gran aporte de material hacia el valle principal. Bajo el presente panorama, el cual se puede extrapolar a distintas partes del continente sur-americano, aparece el Inca, cuyo aprendizaje de los efectos de la naturaleza, lo obliga a construir comunidades de mejor control hacia dichos eventos, aprovechando las rocas que controlaban la superficie de las laderas, en algunos casos como bloques sueltos y en otros como canteras.

Posiblemente en un comienzo se conformaron en las laderas pendientes, terrenos planos aislados, mediante muros de piedras, controlando el riego con aducciones de fuentes cercanas. Lo anterior debió ser modernizado en corto tiempo con la obtención de mayores áreas de terrazas escalonadas, tal como se muestra en las visitas turísticas a los distintos monumentos de la cultura Inca.

Los Incas contaban con alta tecnología para la planificación de viviendas y de terrazas de cultivos, existiendo proyectistas, constructores y obreros. Llama la atención el talle de los bloques de roca con dimensiones similares unos con otros, que en la actualidad para ser obtenido se requieren de sierras potentes para rocas. Así mismo el peso de los bloques en general superior a los 100 kilos requiere de condiciones físicas extraordinarias para su manejo, debiendo

contar con buena alimentación. Llama la atención, en los distintos monumentos que abarcan las visitas turísticas: Cuzco, Pisac, Ollantaytambo y Machu Picchu, se presentan similitud en el talle de bloques, con formas para obtener trabas que aumentara su estabilidad, así mismo los contactos entre bloque y bloque, no dejan de ser una precisión de ingeniería.

En la actualidad en las visitas turísticas a los distintos monumentos Incas se observa los restos de la piedra, pero es importante destacar que la piedra fue la base para las distintas estructuras y conformación de las laderas, donde el segundo elemento de construcción lo debió constituir la madera, así como su uso para el fuego. La madera debió ser obtenida de remanentes de bosques cuya explotación debió ser mayor que su regeneración, que en conjunto con condiciones climáticas hacia un ambiente seco y frio fue reduciendo el área de bosques originales. De acuerdo con la historia del clima de L. Thompson (2014), en el área influyente de Perú, a partir del año de 1450 y hasta el año 1900 el clima es frio, teniendo relación a nivel mundial con lo llamado Pequeña Edad de Hielo en Europa, pudiendo estar relacionado debido al cambio de las condiciones ambientales con una disminución de áreas sembradas a la llegada de los españoles. Los caminos de comunicación se encuentran empedrados lo cual los protege de los efectos de la erosión con el tiempo, debiendo existir un importante flujo de personas entre un poblado y otro.

X. LA GEOMORFOLOGIA Y EL TIEMPO GEOLOGICO

En las áreas montañosas las formas topográfica de las laderas pendientes están muy relacionado con la conformación de los valles aguas abajo, en general de pendiente suave que contrastan con el relieve abrupto de las montañas.

En las laderas de las montañas se pueden destacar formas de anfiteatros topográficos, resultados de problemas de estabilidad, cuya forma convexa constituye el plano del deslizamiento, donde el producto del material desplazado inmediatamente a cotas inferiores, puede o no estar presente, tal como se muestra en la Figura N° 7.

Si el material se encuentra acumulado aguas abajo, no existen períodos intensos de lluvia, lo que en caso contrario, que no exista material acumulado aguas abajo, y una prolongación ladera abajo de la forma de anfiteatro, indica períodos de lluvias intensas, con gran poder de erosión, limpiando la ladera de materiales sueltos.

Si la intensidad de las lluvias es muy recurrente en años consecutivos, las laderas pueden estar afectadas por numerosos deslizamientos, resultando una conformación topográfica con curvas de nivel en formas de “S”, cuya sinuosidad dependerá de la profundidad afectada por dichos deslizamientos.

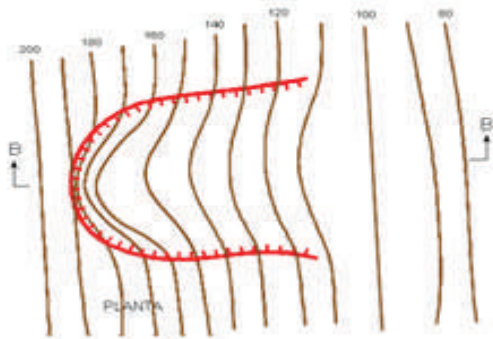
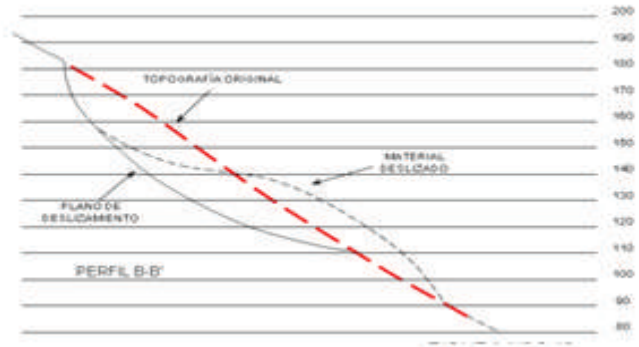


Figura N° 7

Forma convexa del relieve topográfico resultado de un deslizamiento en la ladera y proceso de erosión del material desplazado. Tomado de García R. (2014)

La profundidad de los deslizamientos está relacionada con el perfil de meteorización, producto de la alteración de las rocas a su reacción con el medio ambiente. Dicho perfil se presenta en general en zonas paralela a la superficie del terreno, abarcando desde la cubierta vegetal, seguido por la denominada roca descompuesta, donde el 100% de los minerales se encuentran alterados, pasando a zonas que disminuye gradualmente la alteración de los minerales, hasta la denominada roca fresca, sin alteración. La resistencia al corte de las distintas zonas, disminuye por el efecto de saturación, así como por la denominada sub-presión por la columna de agua, donde solo la roca con mayor resistencia no son afectadas. Para el caso que el terreno este sometido a lluvias intensas por largos o sucesivos período en tiempo, las laderas pierden estabilidad, originándose deslizamientos, así como un lavado de la superficie del terreno, con gran pérdida de la cobertura vegetal. Por todo lo anterior resulta un gran aporte de materiales hacia los valles principales,

En la Figura N° 8, se muestra la interpretación geomorfológica de la imagen de



Google Earth, donde pueden ser delimitadas numerosas formas en anfiteatro, con amplias afectaciones. Las curvas de nivel presentan forma de "S" tal como se observa en dicha imagen.



Figura N°8

Imagen de Google Earth, al noroeste de Pisac, donde se observa un relieve típico de numerosas formas topográficas convexas, sobre las cuales se encuentran construidas terrazas a base de muros de piedra.

Originalmente el paisaje debió estar protegido con una cubierta vegetal, donde las rocas desarrollaron con el tiempo un perfil de meteorización, pudiendo considerarse bajo a moderado. El paisaje indicado al comienzo del párrafo es el resultado de un cambio climático, asociado a lluvias continuas posiblemente de

días o meses, lo cual saturó las laderas, originando los problemas de estabilidad y eliminando en gran parte la cubierta vegetal. Debido a la gran diferencia de cotas con el valle, los procesos de erosión relacionados con el lavado del material suelto en las laderas, se prolongaron con lluvias de menor intensidad, disminuyendo dichos procesos a medida que se equilibra el poder erosivo sobre las laderas con la resistencia de los materiales.

De lo anterior: ¿qué tiempo se puede considerar para el proceso: 15 días, 1 mes o 1 año? Para el caso de Vargas, 1999, en dicho año, se había prolongado hasta el mes de Diciembre la época de lluvia, aumentando su intensidad del día 1 al 10 y, con lluvia constante hasta el día 15, lo cual generó los problemas de estabilidad en las laderas. En general la afectación de las laderas abarca, la cubierta vegetal y superficialmente la denominada zona de roca descompuesta, actuando los materiales arrastrados en conjunto con gran volumen de agua a alta velocidad, en la parte inferior de los valles, con fuerte poder erosivo. Para el día 16 de Diciembre, el clima cambió a un ambiente soleado, limitando el tiempo del efecto a unos 15 días, con una recuperación natural de las laderas de las cuencas no visibles de daños a los 10 años, destacándose que el clima se mantiene, alternado temperaturas calientes y con lluvias no intensas.

De acuerdo a lo anterior, nos preguntamos ¿qué hubiera pasado con lluvias intensas y constantes durante dos o tres meses consecutivos? Posiblemente la afectación de las laderas aumentaría exponencialmente, desapareciendo cualquier vestigio humano, pudiendo considerar una recuperación no mayor a los 30 años.

Para el caso del valle de Urubamba, los deslizamientos abarcaron parte de la roca meteorizada, lo cual pudo requerir un período de lluvias continuas de varios años,

generándose un proceso regresivo en los problemas de estabilidad, abarcando una primera etapa la cubierta vegetal y roca descompuesta, donde las lluvias intensas en los años siguientes, profundizaron las áreas de deslizamiento hasta la roca meteorizada, con una superficie estable de menor pendiente que la ladera original. El paisaje que debió observarse sería de laderas sin vegetación, con numerosos problemas de erosión y gran aporte de sedimentos hacia el valle del río.

Si observamos la imagen de Pisac Inca, por debajo de los monumentos de piedra se destaca la impresionante forma de terrazas en anfiteatro, convexa, típica conformación del terreno afectado por un deslizamiento. La forma convexa facilita la construcción de terrazas mediante muros, así mismo constituye una solución al control de erosión.

No deja de ser impresionantes entre Pisac y Ollantaytambo, las extensas zonas en relieve montañoso conformadas por terrazas, de las cuales surgen las siguientes preguntas: 1) ¿Las terrazas fueron construidas en una primera etapa para el control de los procesos de erosión en las laderas? 2) ¿Las terrazas fueron la alternativa para cultivos debido a los problemas de aporte de sedimentos hacia el valle del río Urubamba? 3) ¿Las terrazas tuvieron como objetivo el control de sedimentos hacia el valle del río por algún motivo habitacional previamente existente?

El período de saturación de las rocas que controlan las laderas pendientes, puede requerir tiempo relativamente corto, dependiendo principalmente de la continuidad y no de la intensidad del período de lluvia, unos días de lluvias constantes es suficiente para la saturación de las laderas, generando inestabilidad en la cubierta vegetal y la zona de roca descompuesta. Una vez comenzado dicho proceso en la ladera, el agua de lluvia erosiona la superficie expuesta, profundizándola, hasta llegar a un nivel de

roca resistente. Si quisiéramos darle tiempo al proceso, posiblemente el efecto mayor dependerá de la continuidad y posteriormente de la intensidad de las lluvias, medido en días o meses y poco probable en años, cuyos efectos serán ampliados dependiendo de las condiciones climáticas anuales siguientes. Es importante destacar que los problemas de estabilidad dependerán de la pendiente de la ladera con relación a la resistencia de la masa rocosa. Una vez disminuido el período de lluvia y aminorada su intensidad, equilibrando las condiciones climáticas con períodos de veranos, los efectos de erosión disminuyen, permitiendo el proceso de reforestación.

X.1 Las terrazas de cultivos en el anfiteatro topográfico

La mayor parte de terrazas de cultivos entre Pisac y Ollantaytambo, están asociadas a las formas topográficas convexas, producto de inestabilidad en las laderas.

Una vez originado un deslizamiento en un relieve de pendiente uniforme, la topografía cambia a una forma convexa, donde la mayor parte de los materiales desplazados son de baja resistencia, relacionados principalmente con el perfil de meteorización. El plano de deslizamiento queda limitado por materiales de mayor resistencia, sobre el cual se garantiza la fundación de muros y la

construcción de terrazas.

En la figura N°9 (a) se muestra la topografía original, donde se encuentra indicado lo que sería el plano de deslizamiento. Una vez ocurrido el desplazamiento de la masa deslizada, queda la forma topográfica convexa, tal como se muestra en la parte b) cuya superficie es lavada por la lluvia, eliminando los materiales sueltos y conformando una superficie resistente a los fenómenos de erosión, constituyendo el apoyo adecuado para la construcción de muros de piedra.

En la Figura N°9 (c) y en el perfil topográfico de la Figura N° 10 se muestran lo que serían los muros de piedra construidos, en general tratando de conformar una superficie similar a la original pero escalonada, con la generación de las terrazas de cultivos. Los muros deben ser construidos desde cotas superiores a inferiores, de forma tal de facilitar el bote del producto de excavaciones procedente de las fundaciones de los muros, el cual servirá como relleno al nivel inferior. La percolación del agua de lluvia o de riego debió contar con sistemas de sub-drenaje que evitara la saturación de los rellenos y de la fundación.

En la Figura N°11, imagen de Google Earth, muestra la parte superior de las terrazas de cultivo de Pisac, donde se destaca la forma de anfiteatro de las terrazas

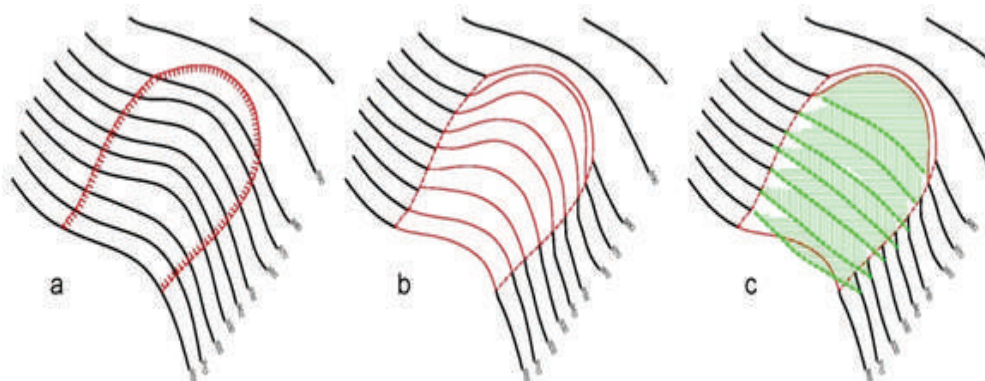


Figura N°9
Evolución de un proceso de inestabilidad de forma convexa y la construcción de terrazas de cultivos



Figura N° 10
Perfil topográfico que muestra el plano de deslizamiento y la construcción de terrazas de cultivo



Figura N° 11
Imagen de Google Earth en Pisac, donde se destaca la forma convexa del anfiteatro topográfico.

X. 2 El tiempo de ocultamiento de la antigua Roma

El relieve en general suave de la ciudad de Roma está relacionado con el ocultamiento de dicha ciudad debido a materiales transportados por un gran volumen de agua, procedentes de deslaves. Al igual que entre Pisac y Ollantaytambo, en la península italiana debió existir un período de lluvias constantes que permitiera la saturación de las laderas,

alternando con lluvias intensas. Es importante destacar que la península Italiana, al igual que toda Europa, el llamado período glacial de Wurm, que terminó hace unos 10.000 años, debió tener efecto más acentuado por su posición geográfica en relación a la línea del Ecuador, donde las laderas fueron sometidas a un acentuado desgaste por el hielo, encontrándose las rocas en superficie en condición física fresca. Así mismo en el clima Europeo se diferencian las cuatro estaciones: verano, invierno, primavera y otoño, lo que contrasta con la zona tropical, donde solo se diferencian las estaciones de verano e invierno.

En general los efectos de meteorización en el relieve del continente europeo son poco acentuados, que lo diferencia del área tropical, aunque en dicha área, su desarrollo está influenciado de acuerdo a las cotas, en general grandes desarrollos hacia la selva, disminuyendo hacia las áreas montañosas. Por lo anterior el período de lluvias en el continente Europeo, para la saturación de las laderas cercanas a Roma debieron requerir de mayor tiempo, asociadas a lluvias intensas, que originó los altos caudales para el transporte de material de deslaves procedente de las laderas.

El cambio climático indicado en Europa a partir del año 1000, pudo haber originado condiciones de períodos de lluvias más largos en el año, saturando las laderas, las cuales al cabo de un tiempo corto originaría condiciones críticas de estabilidad, que asociados a lluvias de mayor intensidad, generarían los deslaves.

Lo anterior puede generarse en días o meses, cuyos efectos pueden visualizarse en áreas montañosas, debido a las formas convexas del relieve, afectadas por deslaves en el pasado, con gran aporte de materiales por los ríos y acumulación al pie de las laderas conformando áreas de pendiente suaves, así como sedimentos hacia los cauces de

quebradas y ríos, elevando la cota de materiales aluvionales. Todo lo anterior en un corto período de tiempo y bajo el denominado el comienzo del Clima Caliente Medioeval.

Cambios en las condiciones ambientales permitieron la reforestación de las amplias áreas afectadas por los deslaves y en las planicies de acumulación de materiales. Si quisiéramos darle tiempo de recuperación de la naturaleza por las observaciones en catástrofes similares, al cabo de 10 años, los vestigio son muy poco y en 20 años ya se debería estar desarrollando los bosques. Los bosques, tal como lo indicado anteriormente, permitió el avance de deforestaciones para los cultivos, contando los habitantes con madera para las viviendas, agua y carne de animales silvestre.

XI. MACHU PICCHU CIUDAD DE CONTROL

La ciudad de Machu Picchu se localiza en una fila topográfica orientada Norte-Sur, formando una especie silla, de menor cota, donde se desarrolló la ciudad. Véase Foto N° 12. La fila esta bordeada por el cauce del rio Urubamba, existiendo una diferencia de cota entre la ciudad y el rio de unos 500 metros. Hacia el norte, la fila tiene forma piramidal, alta, que asemeja el perfil de la cabeza de un inca, limitadas por laderas escarpadas hasta el cauce del rio. Desde el desarrollo de Machu Picchu, se destaca hacia el Este una serranía nevada que marca el comienzo de la selva tropical, la cual contrasta con el paisaje semiárido hacia el Oeste. En la imagen de Google entre Pisac y Ollantaytambo se destacan amplias áreas de terrazas agrícolas en ladera, que contrastan con su ausencia en el recorrido hacia Aguas Caliente, así mismo la ciudad de Machu Picchu fue construida a 500 metros por encima de cauce del rio que

contrasta con los monumentos de Ollantaytambo que se encuentra cercanos al cauce.



Foto N° 12
Vista de Machu Picchu desde el acceso sur por el llamado camino del Inca.

Los monumentos en Ollantaytambo, véase Foto N° 13, se localizan principalmente en la margen derecha de la quebrada Patacancha, afluente al rio Urubamba, que aparentan haber sido construidas como una serie de obras de contención en forma escalonadas, debido a problemas de estabilidad que se extendieron hacia cotas superiores. La pregunta que surge es la siguiente: ¿Por qué construir las impresionantes obras de contención existiendo el amplio valle en la confluencia con el rio Urubamba, que permite la acumulación de materiales procedentes de derrumbes?

Una de las respuestas podría estar relacionada con la presencia de desarrollos urbanísticos a un nivel inferior del valle, los cuales quisieron ser protegidos de los problemas de estabilidad de la ladera. Dichas obras debieron proteger en forma adecuada al desarrollo existente, pero posteriormente problemas de deslaves en las cuencas

ocasionaron su ocultamiento, subiendo en cota el nivel aluvial, sobre el cual se construyó las actuales edificaciones existentes, de interés turístico en el presente. En el valle de Urubamba tenemos cuatro (4) aspectos de interés: 1) Los antiguos restos de la ciudad de Pisac, asociada con siembras en terrazas, 2) Amplias zonas con desarrollo de terrazas para cultivos, localizadas entre Pisac y Ollantaytambo, 3) Los restos arqueológicos de Ollantaytambo, localizados hacia el pie de ladera, posiblemente asociados con su estabilización, así como la presencia de un pequeño desarrollo habitacional de la época Inca, y 4) La ciudad de Machu Picchu, localizada a unos 500 metros de diferencia de cota con el cauce del río Urubamba, el cual bordea la prominente fila topográfica.



Foto N° 13
Vista de los monumentos de Ollantaytambo, sobre una ladera rocosa escarpada.

De acuerdo a lo ya descrito, gran parte de la conformación de terraza para cultivos, se encuentran implantadas en las formas topográficas de anfiteatros, asociados a viejos problemas de estabilidad en las laderas, cuya forma de relieve convexo son fácilmente entendido por el especialista geológico. Las

numerosas formas de anfiteatros en el valle de Urubamba, evidencias en el pasado graves problemas de estabilidad con grandes aportes de sedimentos que debieron obstruir el cauce del río, así como la elevación del nivel de los aluviones, en cuyo momentos debió ocultar importantes desarrollos, entre ellos, la ciudad original de Ollantaytambo, la cual había sido protegida de problemas de estabilidad locales en la ladera cercana. Véase Foto N°14.



Foto N° 14
Vista sureste del monumento de Ollantaytambo, donde se localiza las ruinas del antiguo templo al sol.

Una vez ocurridos los problemas de estabilidad en las laderas, con imposibilidad de aprovechar para cultivos el valle del río, los Ingenieros para la época, observando la estabilidad alcanzadas en la superficie de los anfiteatros topográficos, implementan las terrazas para cultivos a base muros de piedras, extrayendo dichas piedras de las capas más resistente en la secuencia y obteniendo por la forma topográfica convexa, mayor extensión de áreas planas. Dichas terrazas también fueron construidas para el control de erosión, principalmente localizadas en los cauces de quebradas.

La gran extensión de áreas de terrazas debió contar con un gran personal, jefes de cuadrillas, así como ingenieros que se encargaran de proyectar y controlar los niveles, sistemas de drenajes y abastecimiento de agua. En conjunto se deberían contar con personal para los cultivos, así como su almacenaje, transportes y distribución a la población. El número de personas para el amplio desarrollo agrícola ~~que se observa entre Pisac y Ollantaytambo~~, represento una población muy importante los cuales debieron contar con comarcas o poblados, cuya localización debería coincidir con nombres existentes antes de la llegada de los españoles.

Observando los restos arqueológicos de Pisac, representa una extensión habitacional muy reducida y lejana de los sitios de producción, que debieron contar con caseríos cercanos a dichos sitios, en los cuales se utilizo como elemento de construcción la madera y en menor cuantía la piedra.

Pisac esta ubicado en un punto topográfico alto que permite una gran visual, tanto hacia el valle del Urubamba como el acceso natural hacia el Cuzco, por donde deberían pasar productos agrícolas. Pisac debió representar un punto de control importante para el imperio Inca, aparte de lo religioso y astronómico del sitio.

Machu Picchu se localiza en un sector topográfico estratégico de control, que permite amplias observaciones visuales hacia el Oeste donde se desarrolla la selva tropical, pudiendo haber existido un comercio importante, relacionados con cultivos procedentes del valle del rio Urubamba. Cercano al área de Machu Picchu no existen la posibilidad de desarrollos agrícolas debido a lo agreste del relieve topográfico, para cuya obtención de alimentos locales debieron aprovecharse con la construcción de terrazas que se

desarrollaron alrededor de las edificaciones de piedra. El rio de Urubamba, antes del actual poblado de Aguas Caliente, posee un valle estrecho, limitado por paredes rocosas escarpadas. Si relacionamos el gran aporte de sedimentos en el pasado debido a los deslaves con lo angosto del valle, el sector debió actúa como una presa, en donde el nivel de sedimentos alcanzo cotas superiores a la existente. Aparentemente el acceso por el llamado camino Inca constituyo una solución más segura y permanente que el actual acceso existente por el trazado del tren turístico hacia Aguas Caliente.

XI.1 Panorama del desarrollo Inca en el Valle de Urubamba

El desarrollo Inca en el sector del Valle del rio Urubamba, similar a lo largo del eje en América del sur alcanzado por el imperio INCA, se debió originar después de un cambio en las condiciones climáticas, entre los años 1000 a 1150, de lluvias continuas, saturando las laderas y originándose deslaves.

Previo a dicho cambio climático, debieron florecer pueblos o caseríos en el valle del rio Urubamba, a un nivel inferior del existente, con desarrollos agrícolas, actualmente ocultos. Los efectos de los amplios deslaves a que fueron sometidas las laderas, originaron un cambio total en la geomorfología del valle del rio Urubamba, subiendo en cota los aluviones, aproximadamente al nivel existente. Los habitantes que sobrevivieron debieron subsistir de la caza, hasta que se organizaron para desarrollar la agricultura en las laderas, así como la construcción de ciudades como Pisac y Ollantaytambo, aparentando como un control de las áreas en desarrollo, con cambio comercial hacia la ciudad de Cuzco.

Con el auge agrícola, se planificaron

ciudades de avance, entre ellas Machu Picchu, la cual constituyo la puerta para la selva amazónica y el intercambio económico con dichos pobladores. La situación geográfica de la ciudad le daba un gran poder de control para su acceso y aunque se debía cruzar el rio para seguir a la selva, posiblemente dicho cruce se localizó en la parte más estrecha del valle, mediante un puente o un paso conformado con piedras en el cauce, el cual requeriría mantenimiento periódico. Posiblemente existían las dos opciones, para la carga el cauce del rio y para los peatones el puente.

En su máximo desarrollo del imperio Inca, el valle del rio Urubamba debería dar un aspecto totalmente de prosperidad, con más de 3.600 Has., de siembras en montaña, las cuales contaban con una serie de obras de drenaje que deberían captar el agua de cotas alta, pudiendo combinar el deshielo en verano, con la lluvia en invierno. Así mismo se debieron desarrollar caseríos los cuales fueron ubicándose hacia el valle del rio, como es el caso de Ollantaytambo, donde se observan un desarrollo habitacional, limitados por los impresionantes muros escalonados al pie de la ladera. Dichos muros, tal como lo indicado en el punto anterior, aparenta su construcción para la protección de un desarrollo urbanístico, a nivel inferior, previo a los deslaves.

Para todo el sistema de comunicación debió existir una vía principal, así como numerosas vías secundarias que permitían el transporte del producto de las siembras y de los habitantes. Esta vía principal debió conectar desde Machu Picchu hacia la selva tropical con desarrollos de otros pueblos, lo cual constituye una hipótesis de investigación.

XII. CONCLUSIONES

La importancia de los deslaves o problemas de estabilidad en las laderas, sobre la evolución del hombre, esta basado principalmente en el ocultamiento de civilizaciones que en la actualidad son y han sido objeto de investigaciones arqueológicas mediante excavaciones. Se relacionan las observaciones principalmente de visitas turísticas, tanto en Perú como en Europa, con el efecto del deslave ocurrido en Vargas 1999, Venezuela, el cual dejo más de 7000 víctimas, estando recuperada totalmente el área a 10 años después del evento.

Los deslaves han ocurrido en tiempo geológico sobre la corteza terrestre, siendo causante de las modificaciones del relieve y del origen de las rocas. Se plantea el efecto de los deslaves en el desarrollo de la humanidad, tomándose como el último efecto de importancia, entre los años 1000 y 1200, relacionados con las investigaciones existentes de los cambios climáticos, destacándose su importancia en el desarrollo del Imperio Inca y el ocultamiento del Imperio Romano.

La conformación topográfica actual de las grandes capitales y ciudades importantes a nivel mundial están relacionadas con los denominados deslaves, cuyo producto de materiales transportados por la gravedad y el agua, depositados a cota inferiores originan niveles de planicie que han permitido el desarrollo humano.

Desde la última glaciación, la cual se prolongó hasta unos 10.000 años del presente, el hielo alcanzo cotas bajas, eliminando los materiales de poca resistencia a su paso. La exposición de las montañas a las condiciones ambientales durante más de 8000 años, sin un cambio significativo del clima debieron originar

una cubierta vegetal seguido por el desarrollo en el perfil de meteorización, el cual debió presentar mayor espesor en la zona tropical.

Los cambios climáticos han sucedido a través de la historia del hombre, donde el último cambio importante de acuerdo a las investigaciones existentes lo ubican en el año 1000 DC, con disminución en la acumulación de hielo en las montañas y ambiente más cálido, que debió ser más acentuados hacia la zona tropical. Dichos cambios pueden tener relación con períodos secos, disminuyendo la acumulación de hielo por un ambiente caliente y originando mayor evaporación, disminuyendo las fuentes de agua. Los períodos secos, debieron combinarse con lluvias continuas e intensas, a nivel mundial que debieron saturar las laderas, causando problemas de estabilidad. Las laderas deberían tener condiciones geológicas susceptibles a problema de estabilidad, relacionados con los espesores de meteorización, después de la última glaciación. Dichos espesores más susceptibles a problemas de estabilidad por saturación, fueron los primeros afectados por deslizamientos y deslaves, dejando en las laderas formas topográficas convexas, en anfiteatros.

Lo descrito puede ser tomado como adaptación del desarrollo de la historia, ya que los deslaves se originan y han sido el principal proceso geológico de desgaste de la corteza terrestre, teniendo su origen por saturación en las laderas y evidenciados por anfiteatros topográficos, de formas convexas. El último período de mayor ocurrencia de deslaves se plantea estar relacionado con el cambio climático a nivel mundial, todo lo cual aparenta haber ocurrido entre los años 1000 a 1100 DC, evidenciado por el ocultamiento de la mayor parte del Imperio Romano en Europa y el desarrollo en laderas del imperio Inca.

La evolución humana tal como la

conocemos, aparenta estar relacionada a cambios climáticos que afectaron el relieve topográfico, en su mayor parte con una destrucción del hábitat en forma progresiva, con pérdidas de vidas humanas, obligando a iniciativas de soluciones mejor adaptadas en un período corto de una o dos generaciones, al nuevo medio y hacia un progreso humano.

Parte de la conformaciones topográficas actual donde se desarrollan las capitales y ciudades en el mundo aparentan ser los resultados de la acumulación de material procedente de deslaves, producto de intensas y continuas lluvias originado por el cambio climático a partir del año 1000, cuyas evidencias deben ser evaluadas mediante estudios geomorfológicos detallados, así como el proceso de sedimentación que han ocultados ciudades y monumentos arqueológicos.

Cualquier valle tiene una conformación topográfica, producto de los sedimentos provenientes de las montañas, los cuales están relacionados con problemas de estabilidad en las laderas, asociados a deslaves. Estos procesos pueden haber sido muy acentuados bajo condiciones de lluvias continuas e intensas, habiendo eliminado de las laderas la mayor parte del efecto de la meteorización en las rocas. Las excavaciones arqueológicas, deben ser acompañadas con una evaluación detallada de los procesos geológicos que ocultaron las obras de las civilizaciones del pasado cercano.

XIII. COMENTARIOS FINALES

No es fácil entender los procesos geológicos y su relación con los cambios climáticos, asociados a períodos de lluvias causantes de deslaves en el relieve montañoso y su influencia en el desarrollo humano, cuyos efectos condicionaron el hábitat. Pasar del entendimiento de la geología de millones de años a su importancia para el hombre en los últimos 5000 años, constituye una tarea que debe ser analizada en conjunto por historiadores, arqueólogos y geólogos, lo cual permitirá evaluar la evolución de las civilizaciones recientes, así como fue la necesidad de migrar o de adaptación a nuevas condiciones ambientales.

A partir del año 1000, existen estudios que indican condiciones ambientales opuestas para el desarrollo de deslaves por lluvias, relacionando períodos extremos de sequía. Los períodos secos pudieron existir en alternancias con períodos de lluvias, con saturación en las laderas, causantes de los deslaves, que permitieron la acumulación de depósitos coluviales al pie de las montañas.

Como información curiosa se encuentra la Leyenda de Fempellec, en Perú, que indica que en el año 1100 D.C. Fempellec era el gran jefe del valle de Lambayeque, cuando 30 días de lluvia e inundaciones devastadoras destruyeron todo el sistema de riego y la ciudad capital, provocando hambruna y peste.

A lo anterior hay que agregarle que la leyenda del origen de los incas, comienza después de un gran periodo de lluvias e inundaciones.

En el presente, los resultados de adaptación a las condiciones ambientales están a la vista, tan difundidas por los medios de comunicación.

Quando conversamos del

calentamiento global y lo relacionamos con el retiro del frente de un glaciar por varios kilómetros, comparamos el nuevo hábitat desarrollado entre el frente de hace unos 40 años con el actual, véase Foto N° 15, con un avance de la vegetación en la nueva área sin hielo, en parte boscosa, así como nueva fauna.



Foto N°15

Vista de las condiciones del nuevo hábitat, con el retiro del glaciar.

En ciudades localizadas al pie de montañas, con conformaciones topográficas relacionadas con deslaves, requieren de estudio de riesgo que evalúe en caso de periodos prolongados de lluvia sobre las laderas, la ocupación extraordinaria de sedimentos transportados por el agua, principalmente en áreas pobladas, con planes de contingencia que disminuyan o eviten pérdidas de vida.

Es importante la divulgación del tema de Los Deslaves y la Evolución de las Civilizaciones, de forma tal de intercambiar la opinión de distintos investigadores cuyos comentarios recibidos así como respuesta a interrogantes surgidas, puede ser objeto de investigaciones relacionadas con los cambios climáticos. De acuerdo a la importancia con que sea visto el tema a nivel mundial, deberá

ser complementada con los resultados detallados de investigaciones de campo, abarcando el valle del rio Urubamba, entre la ciudad de Pisac y Machu Picchu, así como algunas ciudades de Europa y posiblemente México.

El estudio del cambio climático, tal de moda en la actualidad, aparenta un proceso natural como lo demuestran los resultados detallados de distintos investigadores en los últimos 1800 años, lo cual en el presente tema de investigación se relaciona con periodos de deslaves entre los siglos X y XII con la evolución de las civilizaciones.

XIV. BIBLIOGRAFÍA

La mayor información obtenida corresponde a la interpretación de las imágenes de Google Earth, las cuales permiten ampliar las observaciones visuales locales a una visión integral de las condiciones geológicas- topográficas, en nuestro caso del valle del rio Urubamba.

ACOSTA G.V. (1997) "HISTORIA Y DESASTRES EN AMERICA LATINA VOL.2". Red de Estudios Sociales de Prevención de Desastre en América Latina.

GARCIA R.R. (2014) "GEOLOGIA APLICADA a la Ingeniería Civil", Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). Caracas.

MOY, C.M., ET AL., (2002) Laguna Pallcacocha Sediment Color Intensity Data, IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series #2002-76.

NOAA/NCDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA.

THOMPSON L. and DAVIS M. (2014) "AN 1800 YEAR ICE CORE HISTORY OF CLIMATE AND ENVIRONMENT IN THE ANDES OF SOUTHERN PERU AND RELATIONSHIP WITH HIGHLAND/LOWLAND

CULTURAL OSCILLATIONS" Chapter 23. bprc.osu.edu/lcecore
 Wikipedia Enciclopedia Libre
www.buenastareas.com. Siglo XI-XIII nacimiento urbano, demografía y economía.
www.artehistoria.com/V2/contextos/1028.htm, Arte Historia V2.