

TURISMO ARQUEOLÓGICO EN PERÚ: LAS LÍNEAS DE NAZCA COMO SISTEMA DE RIEGO PARA MEGA COSECHAS DE AGUA

Carlos Enrique Hermida García¹

Ana Mafé García²

Luis Humberto Cabrejo Quijada³

Xosé Manuel Carreira Rodríguez⁴

Resumen:

Desde mediados del siglo pasado las Líneas de Nazca han sido motivo de especulaciones académicas gracias a la arqueóloga y matemática alemana María Reiche Newman (1903–1998). Nacionalizada peruana, dedicó su vida entera a conservar, investigar y dar a conocer al mundo los enormes geoglifos, convertidos hoy en día en uno de los principales atractivos turísticos del país.

El objetivo de este estudio es revisar las aportaciones realizadas hasta el momento y aplicar la ingeniería inversa a los diferentes elementos que componen las Líneas de Nazca, cuya función es aún desconocida, para que pueda ser elaborado un nuevo relato turístico que divulgue este conocimiento.

Los métodos usados han sido extraídos de la ingeniería civil. Se han utilizado programas de imagen por satélite y programas CAD. También se han estudiado numerosas imágenes y videos, además de realizar visitas sobre el terreno.

Los resultados obtenidos revelan pendientes del terreno constantes compatibles con un flujo continuo de agua de diversa profundidad. El estudio de las diferentes geometrías arroja la posibilidad de ser elementos integrados dentro de un mismo sistema, cuyas funciones van desde la captación y conducción del agua, hasta su aceleración y desaceleración, distribución, drenaje y su acumulación.

Ello nos conduce a entender a las famosas Líneas de Nazca como un complejo sistema de gestión del agua para el riego de vastas extensiones de terreno, donde el principal objetivo fue un exhaustivo aprovechamiento y control del agua en las diferentes estaciones del año, ante las radicalmente cambiantes condiciones de humedad existentes en aquella región.

Palabras Clave: Líneas de Nazca, turismo arqueológico, geoglifos, cultivos de agua, Perú.

¹ Proyecto Salvar Nazca – director. carloshermida2015@hotmail.com

² Universitat de València. encuva@gmail.com

³ Montgomery University College Maryland. luiscabrejo@hotmail.com

⁴ Ingeniero de caminos, canales y puertos – Universidad de UNED. xcarreira1@alumno.uned.es

ARCHAEOLOGICAL TOURISM IN PERU: THE NAZCA LINES AS AN IRRIGATION SYSTEM FOR MEGA WATER CROPS

Abstract:

The Nazca Lines have been the subject of academic speculation since the beginning of the last century thanks to the German archaeologist and mathematician María Reiche Newman (1903–1998). Nationalized Peruvian, she dedicated her entire life to preserving, researching, and making the enormous geoglyphs known to the world, which today have become one main tourist attractions of the country.

The objective of this study is to review the contributions made so far and to apply reverse engineering to the different elements that make up the Nazca Lines, whose function is still unknown, so that a new story can be prepared to disseminate this knowledge.

The methods used have been taken from civil engineering. Satellite imagery programs and CAD programs have been used. Numerous images and videos have also been studied, in addition to field visits.

The results obtained reveal constant slopes of the terrain compatible with a continuous flow of water of different depths. The study of the different geometries shows the possibility of being elements integrated within the same system, whose functions range from the collection and conduction of water to its acceleration and deceleration, distribution, drainage, and its accumulation.

This leads us to understand the famous Nazca Lines as a complex water management system for irrigation of vast extensions of the desert, where the main objective was an exhaustive use and control of the water in the different seasons of the year, in the face of radically changing conditions of the humidity existing in that region.

Keywords: Nazca Lines, archaeological tourism, geoglyphs, water crops, Peru.

1. INTRODUCCIÓN

¿Cuál fue la verdadera función en origen de las Líneas de Nazca?

Esta cuestión ha movido cientos de opiniones de diversa índole a lo largo del pasado y presente siglo. Algunas apreciaciones han sido fundamentadas sobre disciplina de la Antropología. Otras, en cambio, han sido asentadas en las más disparatadas fantasías.

Se han vendido miles de libros explicando su origen como pistas de aterrizaje para naves alienígenas promovidas por las elucubraciones del escritor suizo en lengua alemana Erich von Däniken (*Erinnerungen an die Zukunft*, 1968). Hemos de decir con cierta incredulidad que, inspirados en su texto, otros tantos autores del misterio han querido ver una significación más allá de lo que podríamos decir “funcional”.

Para Jim Woodman las líneas eran «gigantescas efigies de divinidades destinadas a ser observadas por los propios dioses, o por gentes de la región que se habrían elevado sobre la desértica llanura por medios aéreos». En su libro (*Nazca. Mit dem Inka-Ballon zur Sonne*, 1977) figura en la portada un “globo-Inca al Sol”. Su obra es reeditada años más tarde con el título (*Nazca, the Flight of Condor I*, 1980) con la misma una imagen de un globo en la portada construido por su equipo.

En la revista *Interciencia* editada en Caracas, Venezuela el investigador alemán Georg von Breunig en su artículo (*Nasca: a Precolumbian Olympic Site?*, 1980) propone que las líneas son pistas de deportivas para Olimpíadas precolombinas fundamentadas en el recuerdo de los *chasquis*, el servicio de correos pedestre al servicio de los monarcas inca que se desplazaba por todo el imperio a través de unas calzadas.

En esta línea de libros divulgativos Henri Stierlin propone en (*Nazca. La solución de un enigma arqueológico*, 1983) que las líneas rectas funcionaban como telares y sus figuras tenían carácter protector. Esta teoría surge por el descubrimiento de trozos de piezas tejidas que llegan a alcanzar en los Andes hasta los 2.500 años de antigüedad. La cultura Nazca desarrollada principalmente entre los años 200 a. C. y el 650 d. C. heredó la técnica de los bordados de la civilización Paracas y amparado en esta cuestión, lanzó su hipótesis.

Pero, si nos alejamos de esta divulgación acientífica y nos centramos en los estudios más solventes. Tenemos diferentes obras de referencia que van poniendo luz al misterio de Nazca. Los presentamos con el fin de ir desarrollando más adelante su contribución al estado de la cuestión sobre el significado de las Líneas de Nazca y el porqué de su construcción.

La matemática y arqueóloga alemana María Reiche (1903/98) en su obra (*Mystery on the Desert*, 1945). Explica que los geoglifos y las líneas fueron trazados con fines astronómicos. Para ella son un sistema-calendario del sol, la luna y las estrellas.

El libro de Thomas Morrison (*The Mystery of the Nazca Lines*, 1978) está prologado por María Reiche. En su disertación propone que los montículos de piedras asociados a las líneas representan los lugares sagrados (huacas) haciendo referencia a los ceques⁵ incas.

El explorador estadounidense y doctor en antropología Johan Reinhard en su estudio (*The Nazca Lines. A New Perspective On Their Origin and Meaning*, 1988) relaciona por primera vez las líneas con un ritual asociado para lograr subir las aguas de sus fuentes subterráneas. Así como también poder descenderlas desde las alturas de la sierra. Sin embargo, es incapaz de dar con las claves más precisas para probar sus intuiciones.

Los investigadores más aventajados y citados en Nazca son el antropólogo y astrónomo Anthony Aveni (fundador de la arqueoastronomía) y la antropóloga y arqueóloga Helaine Silverman. Juntos realizaron un artículo publicado en la Revista Andina (*Las líneas de Nazca: Una nueva síntesis de datos de la Pampa y de los Valle*, 1991). En su exposición cuentan que las líneas no son un fenómeno exclusivamente astronómico, sino más bien son una formación

⁵ Eran caminos en línea recta que, partiendo de la ciudad del Cuzco, servían para organizar los santuarios o huacas.

organizativa del antiguo mundo andino, múltiple e integrativo, con funciones sociales, religiosas, políticas y calendarías. Relacionan las líneas con el agua, pero sin llegar a concretar ninguna función.

El informático Luis Cabrejo escribe amparado en los estudios de los principales arqueólogos peruanos (*EL CÓDIGO NASCA. Conectividad de la Geometría Hidráulica en las Pampas de Nasca*, 2010). En este libro autoeditado explica que las líneas son una red conectada hidráulicamente. Expone que: «Debería existir un consejo interdisciplinario, que se dedique a estudiar estos temas». Uniendo sinergias nace el proyecto Salvar Nazca compuesto por un equipo multidisciplinar de ingenieros, historiadores del arte, arqueólogos, etc. dirigido por Carlos Hermida.

En 2015, un equipo de investigadores de la Universidad de Yamagata (Japón) lanza la teoría de que los geoglifos adornaban el camino de peregrinación a la ciudad preinca de Cahuachi, capital de la cultura nazca volviendo a hacer referencia a los ceques.

Existen cuatro tipos diferentes de geoglifos que se agrupan en diferentes rutas, todas con destino a la ciudad preinca Cahuachi, capital de la cultura nazca y centro de peregrinación.

La palabra “geoglifo” significa “grabado en la tierra”. Estas formaciones son figuras creadas en el suelo con piedras, rocas, tierra o similares. Es un concepto que se utiliza para referirse a las figuras zoomorfas, fitomorfas y geométricas de las Líneas de Nazca situadas al sur de Perú, en su franja costera.

Sin embargo, estas figuras pétreas se pueden observar desde el norte del país en el departamento de Lambayeque hasta el sur en el departamento de Tacna.

Con la finalidad de situar al lector, diremos que este estudio científico comenzó hace 8 años en Perú. Ha sido realizado por un equipo multidisciplinar internacional que demuestra a través de métodos de estudios propios de la ingeniería para qué se usaban no sólo las Líneas de Nazca, sino también las gigantescas estructuras y los geoglifos de Pampas de Jumana.

Con ello se ha pretendido dar una respuesta definitiva sobre la función de cada uno de los elementos que forman este patrimonio y que están repartidos por una zona superior a 2.000 km².

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1 Contexto Científico

La concepción y elaboración de las Líneas de Nazca en Perú representan un auténtico desafío científico a todos los niveles. Desde el estudio del inicio de proyecto –como obra ciclópea–, hasta los fundamentos y la logística necesaria para hacerlas realidad.

La disciplina de la Antropología desde finales del siglo XIX justifica en sus estudios cómo el ser humano siempre ha tenido la necesidad de adaptarse a las condiciones y al medio para garantizar su subsistencia. En este contexto de “supervivencia humana” es como deberíamos entender la confección de las Líneas de Nazca.

Pese a que las gigantescas estructuras y los geoglifos los encontramos en unos tramos y entornos alejados de civilización, dentro de una climatología adversa, –al menos en la actualidad–, eso no significa que su ejecución no respondiera a ese principio de “preservar la especie”.

Vamos a centrar este estado de la cuestión en los estudios específicos realizados en el sector sur de la Pampa de Ocas publicado por (Solís, 2019)⁶. Están localizados en una extensa llanura en la provincia de Pisco (Inca) en la parte norte de Perú y representan uno de los estudios más novedosos sobre esta temática tan específica.

Estudiar las Líneas de Nazca a partir de trabajos exhaustivos que realizan otros investigadores sobre geoglifos en Perú, ayuda a posicionar las diferentes teorías que existen sobre el porqué de estas líneas. Dado que a lo largo de los años se han ido descartando diferentes hipótesis sobre su función tal y como hemos ido mostrando en el presente artículo.

Ilustración 1: Plano de situación de los principales lugares de referencia. Elaboración C. E. Hermida, 2021.



A continuación, presentamos las tres funciones “más extendidas” que han tenido las Líneas de Nazca para la comunidad científica.

2.2 Estudios previos sobre su posible función sagrada

⁶ (Solís, 2019: 120). “En el sector sur de la Pampa de Ocas se reconocieron un total de 31 segmentos (geoméricamente, es el término que define mejor estos trazos en el terreno). De acuerdo con la clasificación de geoglifos, estos serían geoglifos geométricos denominados Líneas Rectas. Se registraron tres tipos de geoglifos: los formados por Segmentos de Recta (Geoglifos Rectos), los formados por Segmentos Paralelos (Geoglifos Paralelos) y los constituidos por Segmentos Radiales (Geoglifos Radiales)”.

Las dataciones más fiables que se han obtenido para los geoglifos de Pampa de Ocas (More y Feathers, 2018) los sitúan en el Período Intermedio Temprano, en la etapa Nazca Tardío (450 d.C. – 650 d.C.) y en los inicios del Período Intermedio Tardío, alrededor de los 1000 d.C.

Estas cronologías son análogas a las propuestas para los geoglifos de la cuenca de Río Grande realizadas por los investigadores de la Universidad de Yamagata (Silverman y Browne, 1991) y (Sakai et al., 2016; 2017). Todos coinciden en indicar que durante el Período Intermedio Temprano los geoglifos tuvieron un momento de apogeo, con un repunte posterior de menor intensidad durante el Período Intermedio Tardío.

A partir de estos trabajos publicados sobre las fechas de elaboración de las Líneas de Nazca, Thomas Morrison (*The Mystery of the Nazca Lines*, 1998) propuso, como se ha comentado, que los montículos de piedras asociados a las líneas representaban los lugares sagrados (huacas) de quienes habitaban esas tierras. Teoría que también venía sustentada por (Bonavia, 1991) y (Reinhard, 1997).

Respecto al modo en que se elaboran estas huacas, para (Aveni y Silverman, 1991) se parte de un centro radial que está constituido por uno o varios montículos naturales, coronados por una o varias pilas de cantos rodados de los que parten las líneas. Líneas que en sus trazas dibujaban un concepto conocido para los habitantes que poblaron en origen Nazca.

Según (More, 2018) la información recogida sobre los restos arqueológicos encontrados en los rellenos de esos montículos y plataformas bajas estudiados en Nazca corresponden a ofrendas.

Evidencia similar encontraron (Isla, 2018) y (Reindel et al., 2006) al excavar las estructuras de piedras asociadas a los geoglifos en Palpa. Estos resultaron ser plataformas cuadrangulares o rectangulares y son denominados “altares” por estos investigadores

Si nos ceñimos únicamente a la interpretación de todos estos investigadores, podríamos proponer que, los montículos asociados a los segmentos de la Pampa de Ocas, a la vez que eran centros radiales representaban huacas (lugares sagrados) y cumplían la función de altares (lugares en lo alto).

2.3 Análisis sobre orientación y finalidad: se descarta el significado puramente astronómico

Los análisis de los estudios presentados por los astrónomos Aveni y Van den Bergh sobre la Pampa de Oca inducen a organizar los segmentos o geoglifos en, al menos, cuatro grupos homogéneos. Los cuales presentamos siguiendo el trabajo de (Solís, 2019) con el propósito de establecer lo más claramente posible el estado de la cuestión sobre la orientación y posible finalidad de estos.

Existe un primer grupo que estaría formado por los segmentos que tienen una orientación azimutal entre los rangos N60° – N120° y N240° – N300°, que representan el 19.4% y, al parecer, sus direcciones están relacionadas con la salida y puesta del Sol.

Quisiéramos especificar que, si bien la función astronómica de los geoglifos ha sido rebatida por gran parte de los investigadores (Aveni y Silverman, 1991) y (Reinhard, 1997). En

este grupo, –pese a que el porcentaje de geoglifos con una dirección solar es muy pequeño–, siguiendo a (Solís, 2019: 126) tampoco se debería descartar de forma definitiva una intencionalidad o al menos un “aprovechamiento vinculado al Sol de esa construcción”. Consideramos que “hay que dejar abierta esta interpretación para que en un futuro se pueda precisar mejor”. Sobre todo, porque los primitivos habitantes de estas tierras practicaban cultos solares sin lugar a duda.

Un segundo grupo incluye a los segmentos que tienen una orientación azimutal comprendida entre los rangos N357°– N7°, siendo el 19.4%. Por su dirección parece que se proyectaban hacia el Norte – Sur.

Un tercer grupo también representa el 19.4% y oscila entre los rangos azimutales N32°– N51°, quedando como una incógnita saber hacia dónde se orientaban.

El cuarto grupo y mayoritario corresponde a los segmentos con el rango de azimuts entre N15°– N26°, y representan el 38.7% de los segmentos. Si proyectamos las direcciones de este grupo de segmentos se observa que coinciden aproximadamente con la localización del yacimiento Alto del Molino, ubicado en la margen izquierda del valle del río Pisco.

Completando el total de muestras, según (Solís, 2019: 126) “queda únicamente el segmento orientado al N338°, que parece ser el valor atípico en esta muestra”.

En (Solís, 2019: 127) se explica que el Alto del Molino fue un asentamiento con ocupación de carácter ceremonial desde finales del Horizonte Temprano hasta el Período Intermedio Tardío. Por lo que según (García 2018: 34) Silverman lo calificó “como un espléndido centro cívico–ceremonial del Período Intermedio Temprano”. Atendiendo a su similitud ceremonial con Cahuachi (Nazca), se puede proponer un paralelismo entre ambos sitios para explicar por qué un grupo mayoritario de segmentos de Pampa de Ocas se direccionaban hacia Alto del Molino.

En cuanto a la dirección que tomaban los geoglifos de Pampa de Ocas, para (More, 2018) no está claro cuáles fueron las motivaciones que llevaron a los constructores a trazar el mayor grupo de líneas hacia el NE. Por ello propone que tal vez estas figuras estuvieran reflejando una conexión con el valle y sus recursos. Pues allí era donde se encontraban los principales asentamientos humanos, como Alto del Molino y Chongos. Guiado por esta propuesta, también explica que los geoglifos orientados hacia el Oeste y NE podrían tener una vinculación con el mar y sus recursos.

2.4 Análisis sobre la distancia de cúmulos: el sistema métrico utilizado y su función social

El estado de la cuestión de las investigaciones realizadas en la Pampa de Ocas nos lleva nuevamente a proponer otras perspectivas de estudio para las Líneas de Nazca. Después de analizar los resultados de los intervalos de distancia entre los cúmulos, realizados por (Solís, 2019: 123–124) para conocer si existía en origen algún tipo de patrón de medida o de dimensiones, podemos decir que sí existen patrones constructivos de tipo métrico.

Las conclusiones que presentamos son fruto de la investigación de (Solís, 2019) y reducen el análisis a tres grupos concretos según los valores estadísticos de posición central (la Media y la Mediana).

Sus resultados plantean la utilización de tres patrones de medida en la construcción de los segmentos de Pampa de Ocas, que conforman tres unidades de medida. Sus conclusiones son muy esclarecedoras: “este examen proporciona un indicio importante de la presencia de un antiguo sistema métrico que se puede tomar como referencia para emprender estudios más detallados e intensivos”. (Solís, 2019: 128).

Plantear el estado de la cuestión de las líneas y geoglifos de Pampas de Ocas nos ayuda a entender cómo se han ido desarrollando las diferentes hipótesis acerca de la función de las Líneas de Nazca a lo largo de estos últimos años.

Tenemos evidencias del uso de la tradición sagrada que podría promover un cierto culto al territorio. También existe una clara intencionalidad a la hora de dirigir parte de las líneas hacia puntos concretos: el Sol y las poblaciones más cercanas e importantes. Así como un uso de tres patrones de medida.

Vamos a dar paso a la explicación del objetivo principal que promueve esta investigación.

3. OBJETIVO Y METODOLOGÍA

3.1 Objetivo

Debido al gran número de elementos que conforman las líneas de Nazca y a sus diferentes tipologías, el objetivo del estudio es analizar cada elemento de fábrica construido aplicando la ingeniería inversa para así poder conocer su función individual. Todo ello con el fin de conocer su funcionamiento en su conjunto. Siguiendo el esquema hegeliano se ha aplicado el principio de análisis de la unidad para llegar a comprender la totalidad.

No se ha intentado resolver el período en el que se construyeron, ni qué tipo de herramientas se han utilizado para la obra. Tampoco el significado abstracto que podían poseer los geoglifos, tan solo nos hemos centrado en su función práctica dentro del conjunto de elementos existentes.

Por tanto, este estudio tiene por objeto dar una explicación científica a la cuestión ¿para qué se realizaron las Líneas de Nazca? Y obtener una respuesta acerca del porqué.

El cómo y el cuándo son preguntas que debe responder la Arqueología.

3.2 Material estudiado y metodología aplicada

3.2.1 Estudio analítico.

El objetivo de los análisis ha sido identificar, registrar e interpretar todos los elementos formados por diversas y numerosas líneas en el desierto trazadas por el hombre antiguo que componen las llamadas Líneas de Nazca.

Para distinguir estas líneas de otros trazados, ha sido necesario conocer primero el trazado de los caminos actuales.

Posteriormente, para diferenciar estas líneas de antiguos caminos, se ha estudiado la geometría utilizada en la mayoría de los geoglifos y se han verificado las estructuras creadas en el mismo contexto que los geoglifos.

Gracias a este estudio pormenorizado sabemos que, en muchos casos, los geoglifos estaban unidos directamente a estas estructuras y formaban parte de un mismo conjunto.

Al estudiar esta geometría, se han podido apreciar ciertas características inconfundibles que exponemos a continuación:

- En primer lugar, la extraordinaria rectitud de su trazado, con un coeficiente de error de un 2x1000 en todo su recorrido.
- En segundo lugar, todas las llamadas Líneas de Nazca tienen cierta profundidad. Esta varía según la altura del terreno con respecto a la pendiente por la que desciende. (Explicaremos más adelante el porqué de esto).
- Y, en tercer lugar, todas están compuestas en realidad por dos líneas paralelas formadas por dos muretes de piedra y arena de diversos tamaños. (Según el grosor de la flecha que dibujamos sobre los geoglifos estudiados, a mayor grosor, mayor muro).

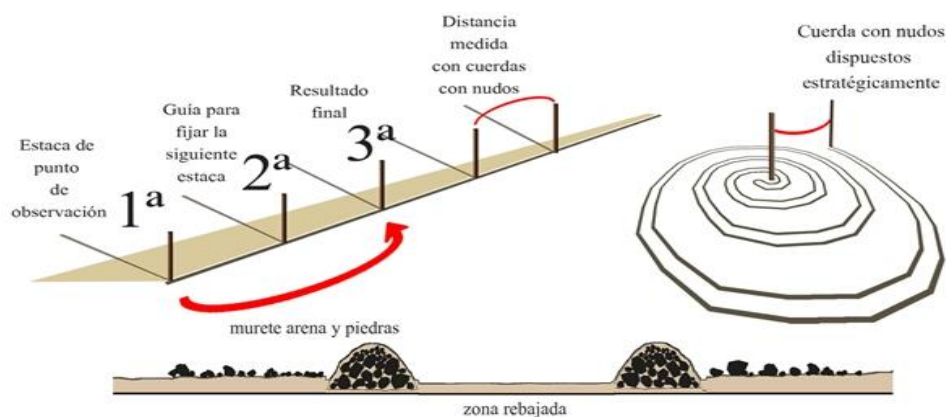
Estos muros se distinguen de las marcas de las ruedas porque son oscuros, mientras que las marcas de ruedas dejan un rastro claro e irregular. Pues es imposible conducir en una perfecta línea recta por esa holografía tan irregular, sin un firme o pavimentado.

Por otro lado, el estudio pormenorizado del terreno pone en evidencia que existen varios caminos antiguos que, se distinguen perfectamente de los geoglifos por su trazado irregular frente a la rectitud que presentan las Líneas de Nazca.

3.2.2 Población y muestra

El estudio se realizó dentro del área en la que se encuentran las Pampas de Jumana, en el desierto de Nazca. Su ubicación estaría situada geográficamente entre las poblaciones de Nazca y Palpa, en el departamento de Ica en Perú (ver *Ilustración 1*).

Ilustración 2: Esquema de la metodología de construcción. Elaboración C. E. Hermida, 2021.



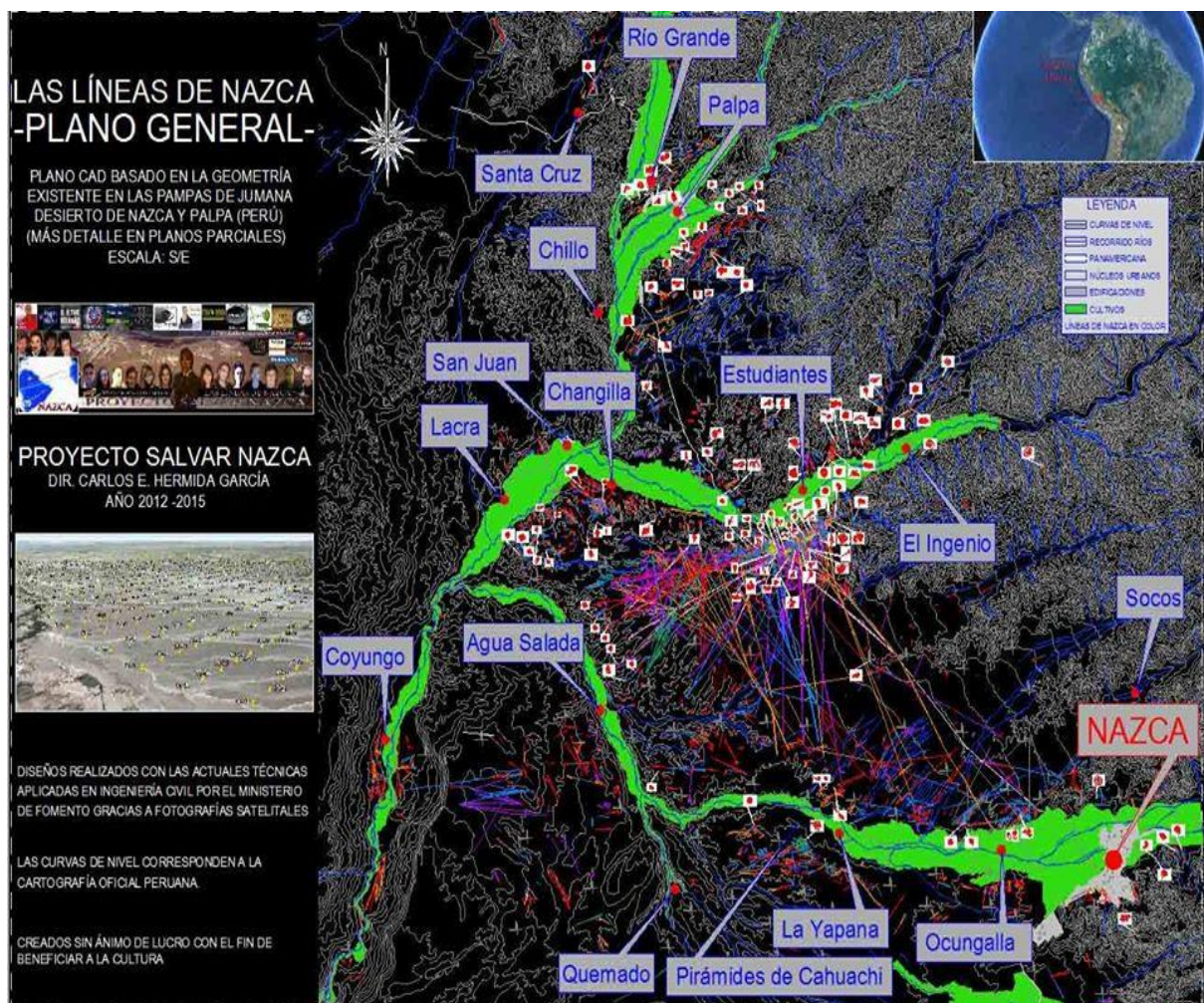
3.2.3 Técnicas e instrumentos

Conocidas ya las características distintivas de estas líneas, fue necesario un registro de todos los elementos. Se procedió a realizar un plano CAD de la zona de 2500 km². Para ello se recopilaron 3750 imágenes por satélite creando un mosaico de 75 filas y 50 columnas.

Cada imagen se manipuló aumentando el contraste para resaltar las líneas. Para su diseño, se delineó con una línea CAD encima de cada línea de Nazca representando en todo momento su trazado original con exactitud (con errores menores a 40 cm).

Cada geoglifo, línea y estructura de la zona fueron copiados con fidelidad, respetando su trazado, tamaño, posición y orientación en el plano con respecto a todo el conjunto. Posteriormente se incorporó la cartografía oficial del departamento de Ica donde están representadas las curvas de nivel, río y poblaciones.

Ilustración 3: Plano general de las Líneas de Nazca- Elaboración Proyecto Salvar Nazca, 2014.



Gracias a este plano, se pudieron localizar todas las líneas, estructuras y geoglifos para su estudio⁷.

Localizados los elementos, se pudo establecer una clasificación de estos analizando tanto su tamaño como su posición y orientación.

Posteriormente se realizó un estudio completo sobre los perfiles de elevación de cada línea (principales, secundarias, estructuras y geoglifos) y se compararon los resultados con otras identificadas como no Nazcas.

En base a estos perfiles de elevación, se elaboró un plano con la dirección de la corriente de agua distinguiendo los canales principales de los secundarios y analizando irregularidades cuando se presentaban a lo largo de toda la pendiente. Se estudiaron los elementos coincidentes con estas irregularidades.

También se estudió la relación entre la geometría, posición, dirección y tamaño con respecto a la pendiente del terreno. Al llegar a este punto, se pudieron observar y analizar los patrones coincidentes en diversas zonas, para así entender el funcionamiento de cada sistema y la función de cada uno de los elementos que lo forman.

Aplicando ingeniería inversa se pudo entender qué efectos provocan estas estructuras al caudal de agua, y combinando los datos al análisis de la orografía, pudimos establecer patrones que se pueden predecir.

Presentamos los resultados del estudio de las líneas y geoglifos en función del papel que mantenían como recolectoras de agua en el desierto de Nazca.

4. RESULTADOS

En base a las observaciones en cuanto a su geometría, dimensiones, ubicación y orientación, hemos establecido una tipología propia para este estudio.

Siguiendo esta tabla, comenzaremos por detallar los diferentes elementos que forman este sistema.

⁷ Estos planos están disponibles en la página web del proyecto <http://salvar-nazca.blogspot.com/>

Tabla 1: Tipología específica de las líneas y geoglifos según su relación con el agua. Elaboración A. Mafé en base a los estudios de C. E. Hermida, 2021.

Tipología específica de las líneas y geoglifos según su relación con el agua			
1 - Puntos de referencia o montículos centrales			
2 - Diferentes clases de líneas			
3 - Líneas de referencia			
4 - Canales principales			
5 - Canales secundarios: tipología			
5.1 - Canales de alimentación	5.2 - Canales de riego o distribución		
5.3 - Canales de riego longitudinales	5.4 - Canales de riego en zigzag y líneas de abastecimiento	5.4.1 - Comportamiento continuo de riego	5.4.2 - Comportamiento parcial de riego
6 - Estructuras	6.1 - Rectángulos		
	6.2 - Triángulos o flechas	6.2.1 - Flechas orientadas a favor de la corriente de agua	
		6.2.1 - Triángulos o flechas orientadas en dirección contraria a la corriente	
7 - Geoglifos	7.1 - Geoglifos de los llanos	7.1.1 - Conducción continua	
		7.1.2 - Conducción por cruce de canales o de líneas de alimentación	
	7.2 - Geoglifos de los cerros		
8 - Surcos paralelos para la siembra			
9 - Estrellas o agrupaciones de estructuras			

Ilustración 4: Situación de puntos de referencia. Elaboración C. E. Hermida, 2021.



1- Puntos de referencia o montículos centrales

El estudio de los planos de Nazca, y en concreto el de las líneas, reveló la existencia de numerosos montículos distribuidos a lo largo del territorio desde donde parten las líneas en diversas direcciones. Estos puntos centrales se encuentran separados por una distancia mínima de unos 800 m y, en algunos casos, esta distancia es mucho mayor.

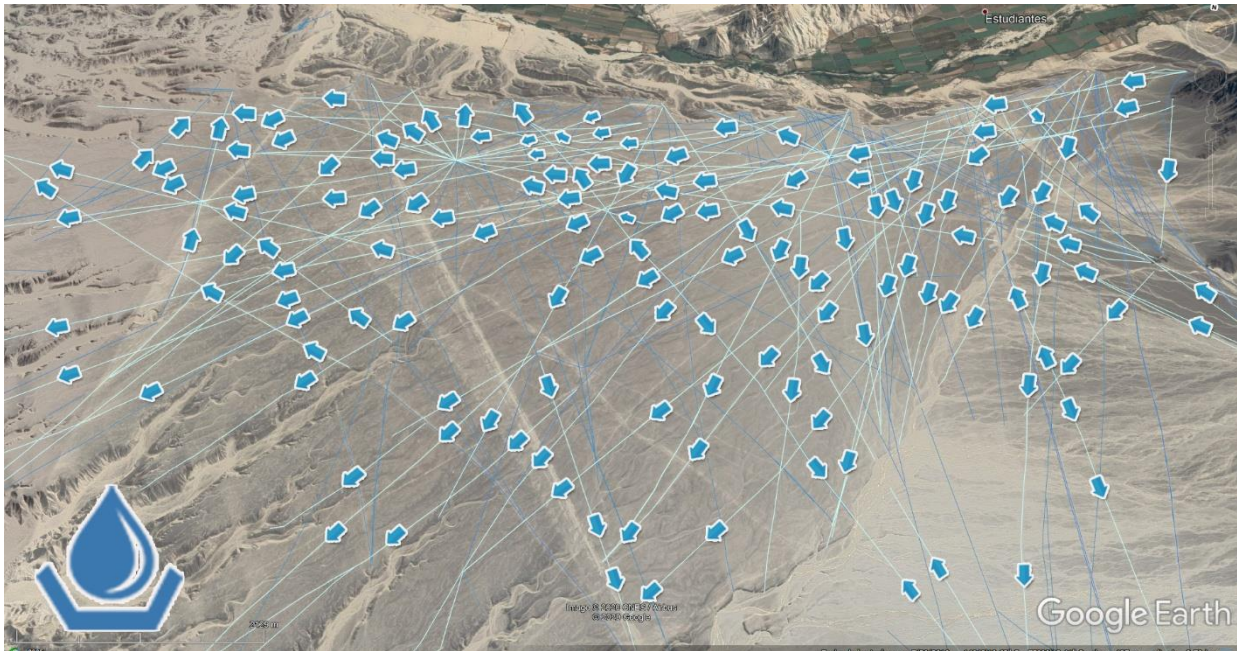
Su disposición y su relación con las líneas, nos lleva a entender que estos puntos o montículos centrales fueron utilizados para realizar sencillos cálculos de trigonometría plana, algo esencial para poder realizar las líneas que luego servirían de guías para la vasta e intrincada red de canales de abastecimiento, riego y drenaje.

2 - Diferentes clases de líneas

Nuestras observaciones nos han obligado a diferenciar estas líneas entre varios tipos, según factores como su longitud, su grosor, profundidad y pendiente. Tanto estos factores como su disposición en el terreno y sus diferentes trazados nos obligan a clasificar estas líneas como líneas de referencia, canales principales y canales secundarios. En el caso de los últimos, diferenciarlos entre canales de alimentación y canales de distribución o de riego.

Pero en el caso de los de distribución o de riego, también deben dividirse a su vez entre longitudinales o en zigzag.

Ilustración 5: Esquema de pendientes para la conducción de agua. Elaboración C. E. Hermida, 2021.



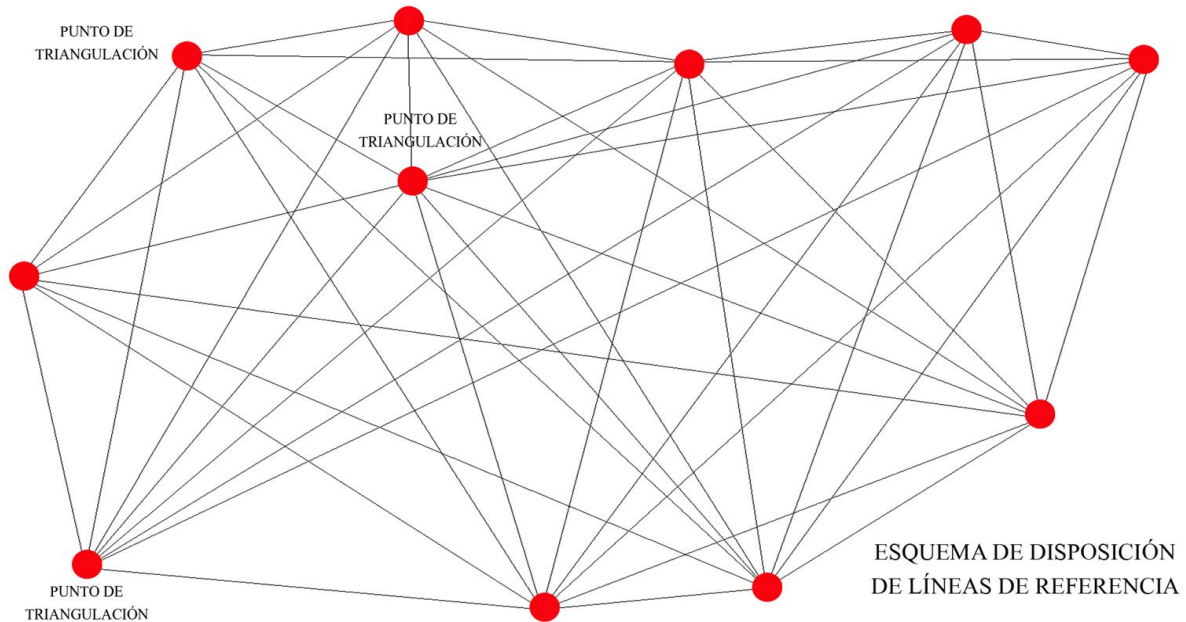
3 - Líneas de referencia

Hemos denominado líneas de referencia a aquellas líneas de un grosor de unos 2 metros que parten en todas las direcciones desde los puntos centrales antes mencionados, recorriendo longitudes comprendidas entre los 5 y 10 kilómetros hasta converger nuevamente en otros puntos centrales o finalizar en algún campo de cultivo apartado.

El motivo de su interpretación como tales es su grosor, mucho más fino, la ausencia de muros o muretes paralelos y sus trazados, no siempre compatibles con el continuo flujo de agua en ciertas partes de su recorrido.

Por estos motivos, y porque comienzan y finalizan todos los canales principales del circuito (los cuales describiremos a continuación), ejerciendo de patrón de guía o de esqueleto del sistema de canalizaciones, concluimos que éstas fueron trazadas en segundo lugar. Es decir; luego de establecer los puntos centrales y antes de comenzar los canales que luego irían siguiendo el trazado de estas líneas de referencia.

Ilustración 6: Esquema líneas de referencia. Elaboración C. E. Hermida, 2021.



4 - Canales principales

Pueden llegar a una longitud aproximada comprendida entre los 2 km y los 10 km. Estos canales principales tienen un grosor que oscila entre los 4 m y los 10 m. Su profundidad varía entre 0.5 m y los 2.5 m.

A la profundidad de la zanja, hay que añadirle la altura de dos muretes paralelos que bordean la línea o canal. Estos hacían posible subir el nivel del agua entre 0.5 y 1.5 m.

En numerosos ejemplos, los canales han sido acentuados para recalcar el trazo por donde debe transcurrir el agua. Una vez que el agua toma rumbo a una dirección, la misma erosión hace el trabajo de acentuar el paso final del canal. En otros muchos ejemplos, es notable que han tenido que excavar para superar la holografía del terreno.

Estos canales viajan desde los puntos altos donde hay un acceso directo y abundante de agua para recorrer toda la extensa llanura en una limpia línea recta hasta finaliza al otro extremo.

El estudio de los perfiles de nivel correspondiente a 200 de estos canales, nos ha proporcionado un dato revelador. Un total de 160 conservan una suave pendiente comprendida entre un 1% y un 3% a lo largo de todo su recorrido, a pesar de su longitud y su rectitud. En los casos restantes, no incluidos por no respetar esta norma, conservan una suave pendiente que en algún punto de su recorrido (de 2 a 10 km), topan con una pequeña loma de 1 a 2.5 m de altura. En las cuales, pudimos observar que coinciden con un ensanchamiento del canal o una zanja más profunda.

Hemos de entender, por tanto, que dicha coincidencia era debido a la intención de superar el desnivel con el flujo del agua. Estos problemas de desnivel y orografía han sido resueltos con otras soluciones que veremos tales como los gigantescos rectángulos y triángulos.

5 - Canales secundarios: tipología

Continuaremos por describir los canales secundarios. Estos canales parten de los canales principales saliendo fuera del trazado de las líneas de referencia ya mencionadas. Son canales mucho más estrechos y están formados por zanjas menos profundas, combinadas a su vez con muretes más bajos y finos.

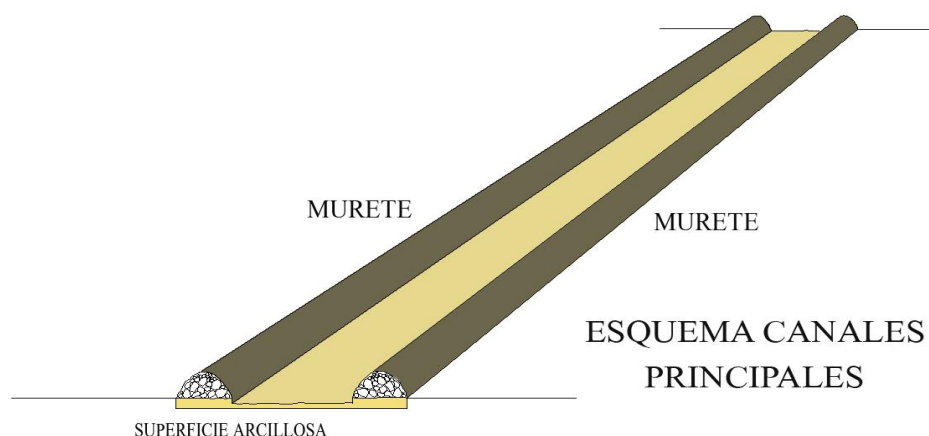
A estos los hemos clasificado en tres tipos: alimentación, riego y drenaje.

5.1 - Canales secundarios de alimentación

En el caso de los canales de alimentación, eran canales rectos que partían desde las líneas principales o las gigantescas estructuras como los rectángulos y triángulos hacia los campos de cultivo, en ocasiones atravesando toda la superficie del cultivo con no solo una línea, sino varias.

El estudio de sus perfiles de elevación en todas geometrías existentes nos revela que estas líneas se mantienen en las cotas altas de la orografía, siendo capaces de proporcionar agua abundante a cada canal de riego con el que se cruzaban.

Ilustración 7: Esquema sobre la forma de los canales principales. Elaboración C. E. Hermida, 2021.



5.2 - Canales secundarios de riego o distribución

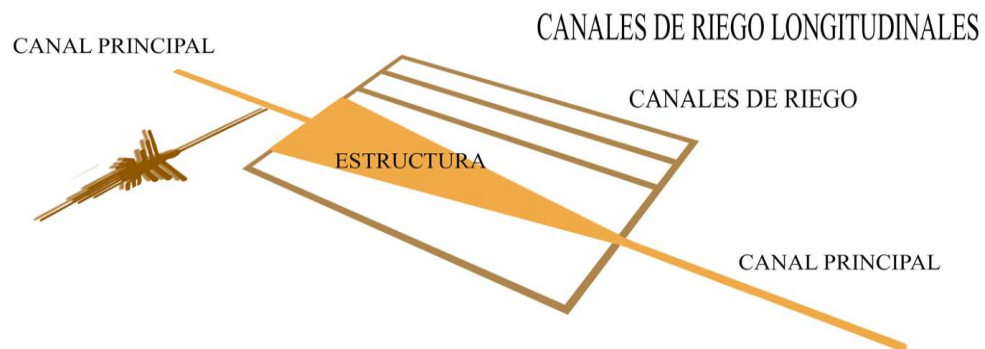
Los canales que clasificaremos como de distribución o de riego, son canales aún más estrechos y mucho más superficiales, con una profundidad que ronda los 40 cm. Estos se dividen a su vez en longitudinales y de zigzag.

5.3 - Canales secundarios de riego longitudinales

En el caso de los primeros, estos canales acompañan longitudinalmente a la línea de abastecimiento, línea principal o estructura (rectángulos y triángulos), a modo de rejilla de líneas paralelas separadas por una distancia comprendida entre los 5 y los 18 m.

El estudio de los perfiles de elevación nos revela que eran usados cuando la pendiente del terreno era mínima, rondando el 1%.

Ilustración 8: Esquema de canales de riego longitudinales. Elaboración C. E. Hermida, 2021.



5.4 - Canales secundarios de riego en zigzag y líneas de abastecimiento

Por el contrario, los canales en zigzag cubrían la zona con un trazado sinuoso hasta llegar al final del terreno y a la línea de drenaje.

Estos canales de zigzag eran atravesados en ocasiones por los canales de abastecimiento como mencionamos anteriormente.

Del estudio de sus perfiles de elevación, podemos entender dos tipos de comportamiento de riego. A uno lo llamaremos continuo y al otro parcial.

Ilustración 9: Esquema de canales de riego en zigzag. Elaboración C. E. Hermida, 2021

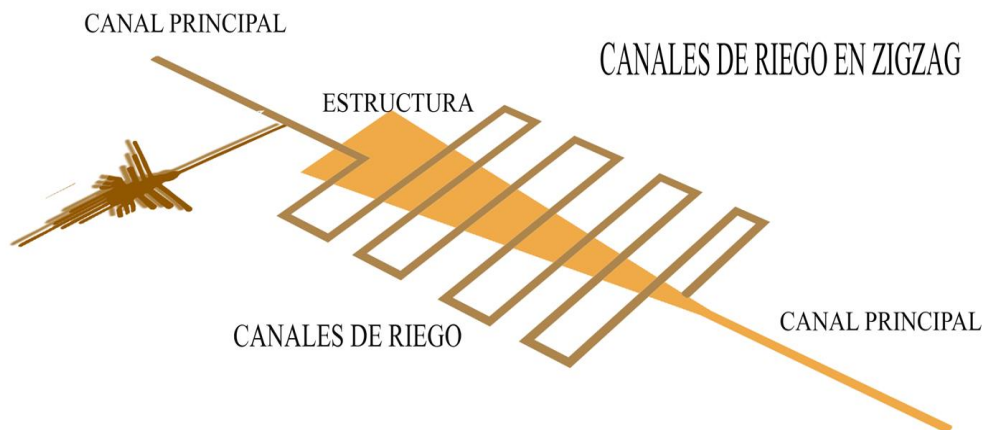
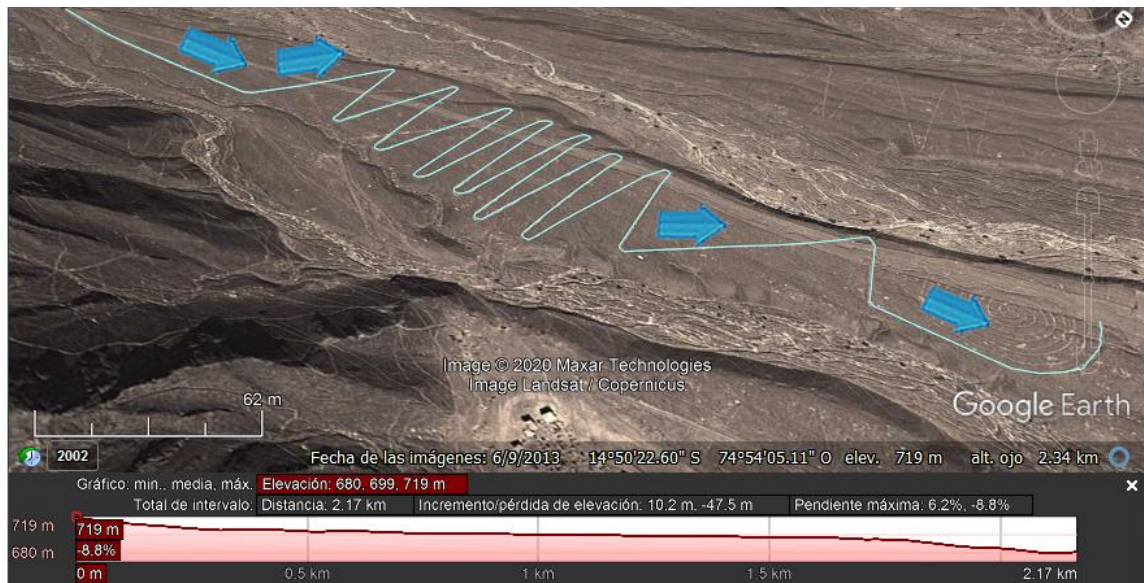


Ilustración 10: Ejemplo de zigzag complejo. Elaboración C. E. Hermida, 2021.

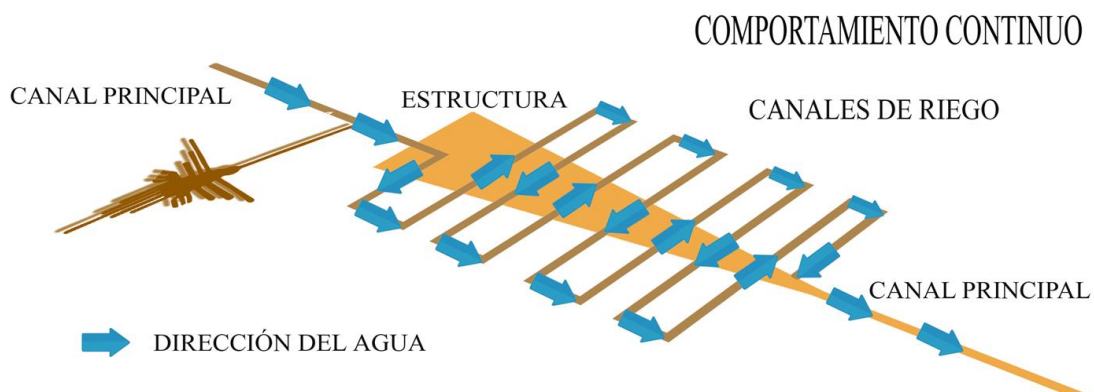


5.4.1 - Comportamiento continuo de riego

En el primer caso, el trazado del zigzag se hace comenzando en el punto alto de la pendiente, para luego zigzaguear bajando horizontalmente hacia el punto de cota más bajo.

De esta distribución y al encontrarse en zonas de mayor pendiente, se puede entender que el agua fluía a lo largo de todo su recorrido, y esta disposición tenía el cometido de minimizar el efecto de la inclinación del terreno sobre el caudal.

Ilustración 11: Esquema sobre el comportamiento continuo. Elaboración C. E. Hermida, 2021.

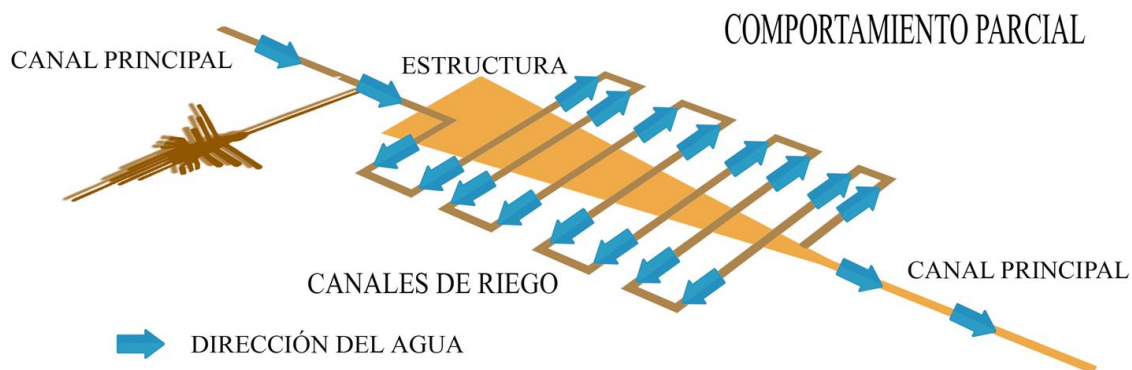


5.4.2 - Comportamiento parcial de riego

El segundo caso, que es aún más utilizado (hasta en un 80%), la orientación del zigzag cambia en 90°. Según nuestras observaciones, el zigzag atraviesa el campo de cultivo dejando

el cuerpo central del zigzag en la cota más alta del terreno, siendo éste atravesado por una línea principal o de abastecimiento, bajando cada vez que se aleja del centro y subiendo cada vez que se acerca, para luego hacer lo mismo al otro lado una y otra vez.

Ilustración 12: Esquema sobre el comportamiento parcial. Elaboración C. E. Hermida, 2021.



Hemos observado casos donde la orografía no permitía al canal principal suministrar agua a todo el zigzag, en los cuales, la totalidad de ellos presentó una o varias líneas de abastecimiento que cruzan con este zigzag en los puntos altos, pudiendo luego deslizarse conduciendo el agua suavemente a los puntos bajos a través de todo su trazado.

Este comportamiento es encontrado en los terrenos más llanos, pero de mayor extensión.

6 - Estructuras

En el caso de las gigantescas estructuras como los rectángulos y triángulos, están formadas por profundas zanjas de entre 0.5 m hasta 1.5 m de profundidad aproximadamente. Estaban delimitadas por grandes muros de piedra y arena de 3 m de ancho por 1.5 m de alto aproximadamente. Sus dimensiones pueden llegar hasta los 1500 m de largo por 500 m de ancho, en algunos casos superando esta cifra.

Se encuentran situadas a lo largo del camino de los canales principales formando parte de la red general.

El análisis tanto de la situación como de su profundidad y altura de muros, en relación con el punto del canal principal en el que se encuentran revela que los rectángulos y triángulos no solo se diferenciaban en su forma y su número, sino también en su función.

Los triángulos o flechas son mucho más numerosos que los rectángulos.

6.1 - Rectángulos

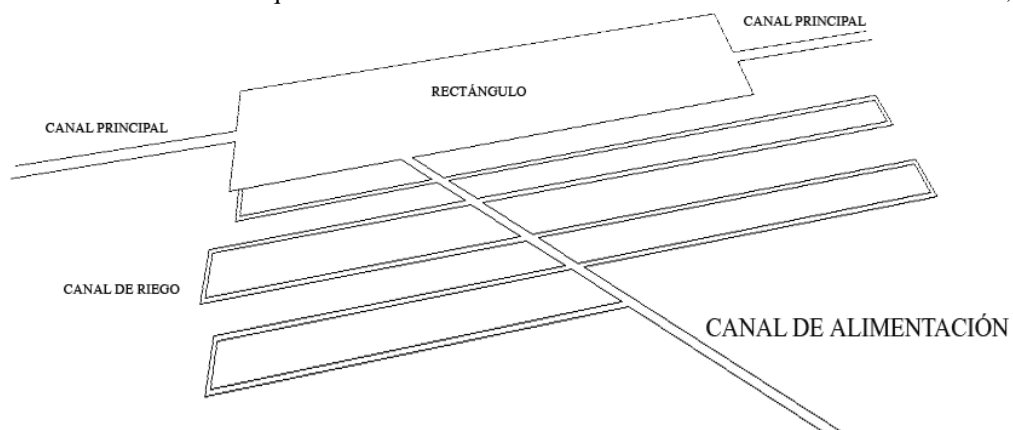
Por un lado, el estudio de la situación en la que se encuentran los rectángulos con respecto a los canales de los cuales forman parte, revela que servían como colectores de varias líneas de agua diferentes, los cuales se llenaban por unas para alimentar a otras, pendiente abajo.

Pero al estudiar los perfiles de elevación de los llamados rectángulos y las líneas de las que forman parte, se puede observar que están situados en un punto donde existe una pequeña

interrupción de la pendiente del canal principal, apareciendo una pequeña loma o elevación de un máximo de 2 m. Una pendiente que el agua debía superar para continuar su camino. De ella se deduce que eran gigantescos colectores de agua que servían para superar estas elevaciones de terreno. Su funcionamiento se basaba en llenarse hasta un punto en el que el agua superaba la altura de la loma, pasando al otro lado para continuar circulando otra vez por una suave y constante pendiente.

También observamos dentro de la totalidad de las estructuras, una zanja o canal estrecho y superficial excavado en la loma y siguiendo la misma dirección del canal principal. De su posición y su dirección se deduce que servía para acelerar el proceso en el que se llena el tanque y se supera la pequeña loma. El agua debía llegar primero a la zanja, a una cota menor que la loma, medida que aplicaron para ahorrar agua.

Ilustración 13: Esquema sobre los canales de alimentación. Elaboración C. E. Hermida, 2021.



6.2 - Triángulos o flechas

En el caso de los triángulos también encontramos esta propiedad. En el análisis de estas estructuras y las líneas generales en las que se sitúan, hemos encontrado las mismas lomas en un 20% de ellas. También encontramos esta zanja central a lo largo de sus ejes, siguiendo el trazado de la línea de agua principal.

Por otro lado, su estudio reveló una mayor complejidad, tanto en la función como en su tipología pues debemos clasificarlas en dos tipos, para ello para ello nos vemos obligados a usar otra denominación, la de flechas, pues son alargadas y facilitará la comprensión sobre su orientación, la cual es sumamente importante.

6.2.1 - Flechas orientadas a favor de la corriente de agua

En primer lugar, explicaremos las flechas que apuntan a favor de la corriente de agua, suelen situarse al comienzo o también a lo largo del recorrido del agua, nunca al final. Cerca de los cerros y en la llanura central, en las zonas con cotas más altas.

Al observar su posición, orientación y su forma, se visualiza una propiedad inevitable, pues al estrecharse el canal, comenzaba la acción de un fenómeno llamado efecto Venturi, el cual provoca que el líquido, vaya aumentando la velocidad de su caudal a medida que avanza.

Otra prueba de ello la encontramos al analizar su posición dentro del canal principal, pues siempre las observamos antes de largos canales o terrenos llanos donde el caudal pierde su velocidad.

Ilustración 14: Esquema sobre la orientación de las flechas. Elaboración C. E. Hermida, 2021.



6.2.2 - Triángulos o flechas orientadas en dirección contraria a la corriente

En el caso opuesto, tenemos las flechas que apuntan en dirección contraria al sentido del flujo de agua.

Estas flechas las encontramos siempre al final o cerca del final del recorrido del circuito de agua. La mayoría se encuentra en zonas bajas y atraviesan los campos de cultivo.

De su análisis se entiende que su efecto era el opuesto, desaceleraban el caudal de agua. De su posición dentro de los campos de cultivo se observa que el esperado efecto servía para controlar el exceso de caudal llegada la época de lluvias.

Otra prueba de ello es la diferencia observable entre las flechas más anchas y las más delgadas. Las anchas estaban situadas en campos con una mayor pendiente y un caudal más elevado, por lo cercano de los cerros de los cuales procede. En el caso de las segundas, las más estrechas, las encontramos situadas en terrenos más llanos, donde no era necesario maximizar la eficacia y por ello no era necesario aumentar este efecto.

En cualquier caso, su función era la misma que los rectángulos, pero la geometría triangular aportaba esta propiedad de control sobre la velocidad del agua muy necesaria para impedir su pérdida por desbordamiento.

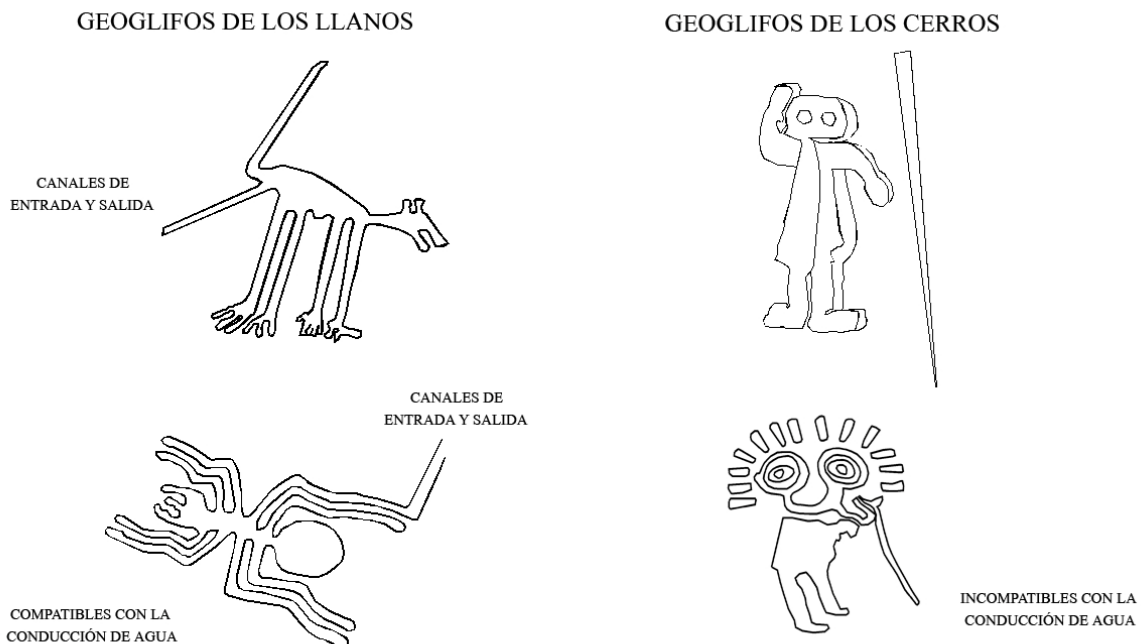
7 - Geoglifos

Terminaremos por explicar en este apartado los resultados sobre el estudio de 100 geoglifos localizados dentro de la zona de estudio de Nazca.

Se han clasificado en dos tipos, uno el de las llanuras, los cuales tienen un diseño característico formado por dos líneas continuas paralelas (pequeños muretes de 15cm) que nunca se cruzan. Algo totalmente compatible con una correcta conducción de agua.

La otra tipología la encontramos por los cerros, cuyo diseño recuerda enormemente al encontrado en vasijas de barro de la cultura Nazca. Este estilo, ya no es compatible con la conducción de agua.

Ilustración 15: Esquema sobre los diferentes tipos de geoglifos. Elaboración C. E. Hermida, 2021.



7.1 - Geoglifos de los llanos

Las observaciones sobre los geoglifos de los llanos delatan que estaban unidos a los otros elementos por un canal de llegada y otro de salida.

Esto arroja la posibilidad de que la función fuera la de monitorizar el paso del agua por el circuito principal.

El estudio de perfiles de elevación reveló una relación directa entre este tipo de geoglifos y unas pendientes estables menos pronunciadas que en otras zonas del circuito, lo cual permitiría distribuir el agua suavemente sin desbordar los pequeños muretes.

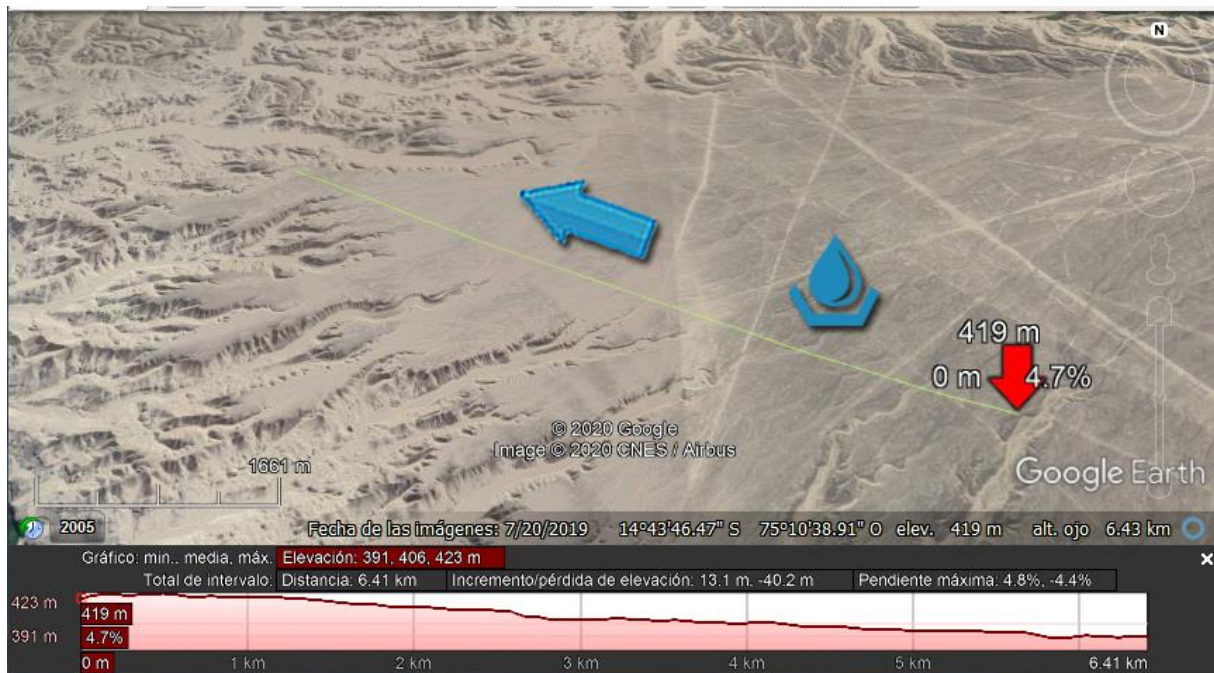
Según se desprende de los resultados obtenidos, la cultura que realizó estas líneas conocía la propiedad de refracción del agua y de su interacción con las numerosas partículas de tierra que hay en el flujo de un canal de riego.

La situación donde se colocaban no era fruto de un azar orográfico o de simple aprovechamiento de pendiente. Según hemos investigado, lo más interesante es comprobar y comprender desde qué puntos se podían ver estos geoglifos y desde qué distancias. Estudiando todos esos factores se puede obtener una conclusión evidente:

Al pasar el agua por las líneas, el geoglifo brillaba con la incidencia del Sol del desierto, apareciendo a la vista de los hombres que los vigilaban desde lo alto de los cerros. Cuando el geoglifo se iluminaba, este les indicaba que debían cerrar la compuerta de la esclusa y abrir otra para así enviar el agua hacia otro campo de cultivo, pues ese, ya había sido regado.

El estudio de los perfiles de elevación –en cuanto a la alimentación de estos hipotéticos canales de agua–, arroja la evidencia del uso de las mismas técnicas que en los zigzags: dos tipos de suministro y reparto de agua.

Ilustración 16: Ejemplo de perfiles de elevación de las líneas. Elaboración C. E. Hermida, 2021.



7.1.1 - *Conducción continua*

Donde el agua entraba por uno de los canales recorriendo todo el geoglifo, siguiendo el trazado en una sola dirección para luego salir por otra línea en ocasiones paralela a la de entrada.

7.1.2 - *Conducción por cruce de canales o de líneas de alimentación*

En estos casos, hemos observado que el terreno no era tan liso como lo deseado porque tenía irregularidades que hacían imposible el flujo continuo de agua.

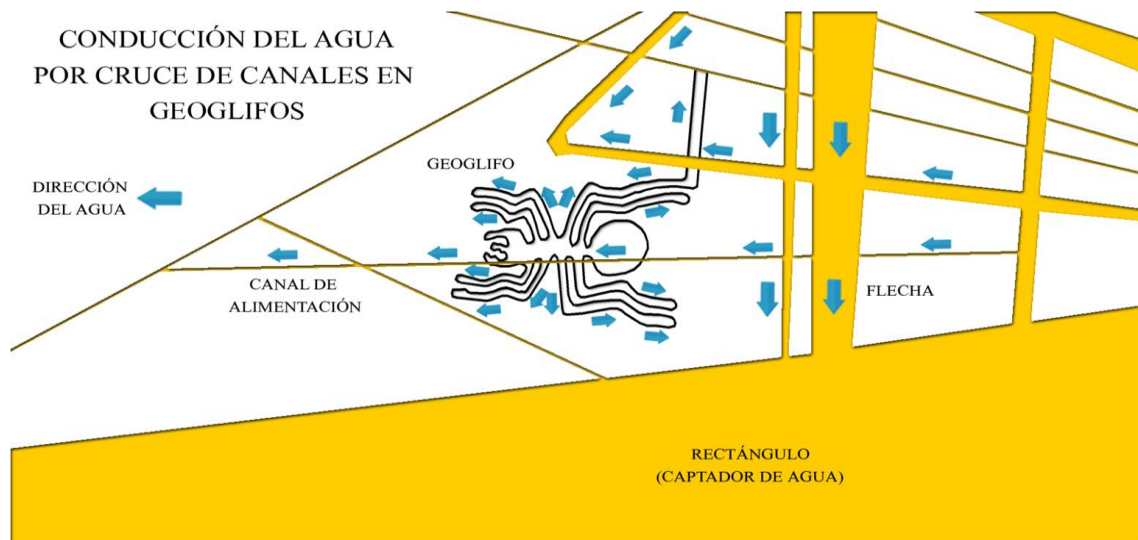
Así observamos que, en las cotas altas del terreno existen estas líneas de alimentación que conectan la entrada principal de agua con partes altas del geoglifo, de lo cual se entiende que se hace posible el riego de todas las partes de la figura a través de los cruces entre todas estas líneas.

7.2 - Geoglifos de los cerros

En cuanto a los geoglifos de los cerros, podemos deducir que no necesitaban este diseño, pues al verse desde abajo, no debían resaltar con el brillo del agua, el sol ya hacía todo el trabajo.

Al estar pegadas a estos circuitos, podemos deducir que pertenecían a ese campo de cultivo, pero no podemos indicar una función concreta más allá de la de diferenciar los numerosos campos de cultivo existentes.

Ilustración 17: Esquema sobre la conducción por cruce de canales. Elaboración C. E. Hermida, 2021.



8 - Surcos paralelos para la siembra

Otros elementos que prueban una práctica de cultivo íntimamente relacionada con el agua son los numerosos surcos que aún son visibles en muchas de las estructuras, y que demuestran la ancestral y conocida técnica andina de la siembra y cosecha de agua.

Estos surcos son pequeños canales paralelos de unos 20 cm de ancho separados por la misma distancia. En ellos el agua estaba en los canales, y los cultivos en los pequeños montículos. Con esta práctica se podían plantar varios tipos de cultivos.

Ilustración 18: Ejemplo de canales paralelos. Elaboración C. E. Hermida, 2021.

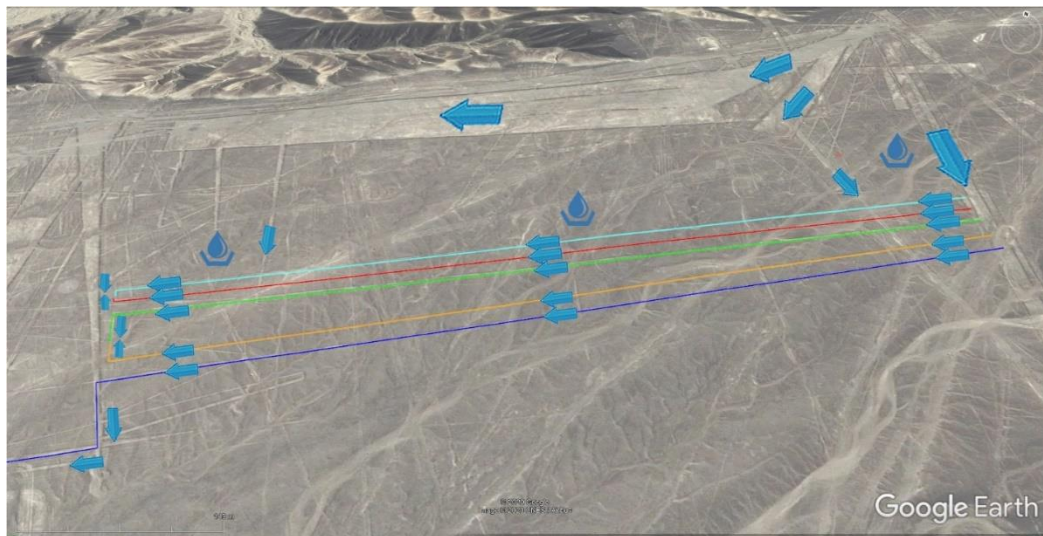


Ilustración 19:

TÉCNICA NAZCA

SURCOS PARALELOS PARA LA SIEMBRA

TÉCNICA ACTUAL



Imagen de Luis Cabrejo



RELACIONADAS POR CARLOS E. HERMIDA <http://andina.pedagogia.utfchile.ego.es/temas/7-conecta-agua-y-ous-beneficios-puro-ago-pemas-618478.aspx>

Comparativa entre surcos actuales y Nazca. Elaboración C. E. Hermida, 2021.

9 - Estrellas o agrupaciones de estructuras

Otro asunto por destacar es el análisis de las grandes estrellas (por llamarlas de una manera que puedan ser reconocibles). Estas líneas son agrupaciones de estructuras (flechas, rectángulos, líneas de zigzag) unidas por uno o dos ejes centrales, desde donde parten estas estructuras ya mencionadas para transformarse en canales y luego atravesar la llanura en todas direcciones.

El estudio de los perfiles de elevación en estas macroestructuras nos revela que además de recolectar el agua y redirigirla como centro de mando, también servían para superar zonas altas del terreno.

Existen otras estructuras que mantienen una función fundamental relacionada con el agua. Vamos a citarlas como complemento de la tipología específica de las líneas y geoglifos que se ha presentado en este artículo.

Parten de las observaciones sobre los planos y sobre el terreno realizadas por parte del investigador Luis Humberto Cabrejo Quijada de la *Montgomery University College Maryland*. Quien a su vez también pertenece al equipo de investigación del *Proyecto Salvar Nazca*.

- Captadores de agua
- Esclusas
- Estructuras de contención
- Sistemas de drenaje

Captadores de agua

Las observaciones sobre los planos y sobre el terreno por parte del investigador Luis Cabrejo han revelado la existencia de captadores de agua. Son líneas (los llamamos polígonos) que se encuentran adjuntas a estructuras y dirigen el líquido captado por el polígono hacia otras zonas o también a otros polígonos.

Esclusas

El estudio sobre el terreno de Cabrejo también ha proporcionado datos relevantes sobre el control del agua mediante esclusas. Las esclusas son obras hidráulicas que permiten vencer desniveles concentrados en canales, elevando o descendiendo el agua que se encuentra en ellas. Estas esclusas se pueden encontrar en cualquier lugar de la subestructura. Se pueden encontrar en la zona de captación o bocatoma, en las zonas de la llanura y en las cotas más bajas, al final del sistema.

Las esclusas no son tipo represas gigantes, sino que dirigen flujos medianos y desordenados. Estos ordenan el flujo y lo acentúan hacia una sola canaleta o lecho de río ya establecido por una línea nueva o por un riachuelo existente como también por alguna combinación de éstos.

Estas esclusas pueden ser naturales (rocas al pie de una montaña) o hechas por el hombre, con paredes y separaciones tipo muretes de piedra y arena.

Ilustración 20: Imagen de una de las compuertas de esclusas. Luis Cabrejo, 2005.



Estructuras de contención

En la parte superior de las cuencas, se pueden apreciar construcciones hechas para que el agua sea acumulada y redirigida controladamente. Estos almacenamientos, pueden ser contenidos por montículos de arena o piedras almacenadas.

También existen paredes de hasta un metro exclusivamente delineando los límites de dichos contenedores de agua donde los canales (líneas) llegan a ciertas construcciones tipo esclusas en donde la captación del líquido y los desfuegos podrían ser manipulados a necesidad de los usuarios. Estos han podido fácilmente ser el sistema de gobierno de toda la infraestructura hidráulica.

Las estructuras también son gobernadas por un sistema de compuertas, que se abrían y cerraban según la necesidad de agua. Algunas esclusas eran manuales, otras eran automáticas por gravedad. Las automáticas estaban siempre abiertas. Las manuales eran abiertas y cerradas por los controladores de la esclusa.

En estructuras mayores, se requería más consistencia en los muros, por lo que se necesitaba que fueran macizos. La cantidad de agua era controlada por medio de estas esclusas teniendo como desfogue un agujero de drenaje para no sobrepasar las paredes de las estructuras. Del mismo modo, en estos muros macizos se encuentran un tipo de esclusas tipo pórtico, las cuales estaban construidas con piedras o maderas a modo de arcos para soportar los muros.

Muchas estructuras se han derrumbado por falta de mantenimiento. Sólo algunas se conservan en perfectas condiciones, y son las que están construidas completamente a base de rocas.

Ilustración 21: Imagen de una de las estructuras de contención. Elaboración Luis Cabrejo, 2005.



En las paredes de las estructuras se encuentran los surcos por donde se aprecia que ha circulado agua, asimismo se encuentran sedimentos resecaados por donde pasó agua por última vez antes de que colapse la red y dejase de circular.

Las esclusas construidas con maderos han colapsado por causas de mantenimiento. Los maderos están todavía en las esclusas parcialmente quebrados y podridos, pero algunas mantienen los pórticos aún en pie.

Sistemas de drenaje

Los estudios sobre el terreno de Luis Cabrejo han identificado varios sistemas de drenaje. Estos drenajes funcionan como desembocaduras de canales o polígonos que drenan el agua directamente al cauce del río. Son, por tanto, las conexiones finales de las estructuras. Algunos canales dentro de los lechos de los arroyos son surcos naturales, pero muchos otros fueron hechos por los ingenieros de Nazca.

Su función era extraer el agua del circuito para conducirla hacia otros campos de cultivo o para llevarla directamente a los pozos donde se almacenaba. En ocasiones, estos canales de drenaje servían para introducir el agua en el circuito desde el cauce natural de un arroyo para

hacer todo el recorrido de dicho circuito para posteriormente salir por otro de drenaje nuevamente hacia el arroyo natural.

Ilustración 22: Imagen de los sistemas de drenaje. Elaboración Luis Cabrejo, 2005.



5. CONCLUSIÓN

Tanto las observaciones realizadas de cada elemento por separado como el estudio en su conjunto, los exámenes realizados en cuanto a cada una de sus geometrías y disposiciones en el terreno, así como el estudio de sus perfiles de elevación y de su comportamiento como posibles conductores de agua, nos lleva a la hipótesis probada de que las Líneas de Nazca fueron un vasto sistema de gestión del agua. Un limitado recurso necesario para el riego de extensos campos de cultivo.

Es decir, una adaptación especializada del ser humano a un medio hostil para poder conseguir el bien máspreciado en la tierra, el agua. Todo ello en un contexto histórico que lleva a rescatar una técnica ancestral preinca hoy conocida como “cosechas de agua”.

Los resultados tanto del análisis de las tipologías detectadas como de las geometrías de sus elementos, comparados con la orografía, nos lleva a la conclusión de que las Líneas de Nazca fueron un vasto sistema de gestión de agua para el riego de extensos campos de cultivo en tiempos remotos, creados por una civilización que un día prosperó en aquella parte del Perú antiguo.

La comprensión de todos los elementos puestos en conjunto nos da el resultado de un sistema de canales principales y secundarios que conducían el agua que llegaba desde los cerros

cercanos para luego distribuirla por toda la superficie de desierto donde era absorbida por las tierras de los campos de cultivo.

Estaba compuesto a base de rectos canales creados por zanjas flanqueadas por bajos muros de arena y roca de diversos tamaños y calados, asistidos o complementados por gigantescas estructuras como los rectángulos y las flechas que estaban creadas con la misma técnica que los canales, pero con mayor altura de muro. Su función era la de acelerar y desacelerar el caudal tanto para dar impulso cuando era necesario, por lo llano el terreno o la enorme distancia que debía recorrer, como para frenar ese impulso cuando existía mucha pendiente y el caudal llegaba con fuerza.

Los enormes zigzag y canales paralelos tenían como cometido llevar el agua al atravesar serpenteando todo el campo de cultivo, para luego, bien ser absorbida por la superficie, o bien para ser drenada hacia un nuevo cultivo o un pozo para un posterior uso.

La función de los geoglifos, según se deduce, fue la de monitorizar la llegada de agua a un campo de cultivo en concreto. Además, ayudaba a diferenciar unas zonas de otras, lo cual hacía más sencillo el ubicarse en aquel enorme y monótono desierto.

Este estudio no pretende ir más allá de las conclusiones que los datos aportan, y solo se atañe a temas meramente técnicos, no culturales.

La interpretación de este sistema nos lleva irremediamente a recordar la técnica preinca ya conocida como siembra y cosecha de agua, dando a entender, que las líneas de Nazca fueron resultado de la aplicación de esta antigua técnica a un nivel muy depurado y adaptado al terreno del desierto de las Pampas de Jumana.

La enorme cantidad de campos de cultivo nos lleva a la conclusión de que fueron una gran civilización con un gran número de habitantes. Estas líneas, en consecuencia, fueron el principal medio de sustento del sur del Perú en los tiempos en los que estaban habilitadas.

Sin duda, la iconografía de los geoglifos más antropomorfos mantiene una razón de ser con su verdadera funcionalidad, ser cosechadores de agua fácilmente distinguibles. El porqué de sus formas geométricas tienen respuesta en este estudio.

En cambio, su significado cultural habrá que buscarlo en la ciencia de la Antropología donde en el pasado más remoto la sociedad y el mundo de lo sagrado alcanzan un sincretismo simbiótico con la madre naturaleza. Relaciones obvias que hoy, en nuestra sociedad tan banal, globalizada y mega consumista cuestan de reconocer.

Todo ello supone un aliciente para reelaborar el relato turístico de las Líneas de Nazca y dar a conocer el conocimiento de ingeniería civil que tenía la cultura Nazca sobre el dominio del agua. Así como su aplicación en el siglo XXI.

Si Aveni fundó el término arqueoastronomía refiriéndose a sus estudios de astronomía aplicada a la arqueología, ahora gracias al Equipo Salvar Nazca y a Carlos Hermida podemos decir con este estudio que ha nacido la arqueoingeniería del agua en Nazca. Un conocimiento que debe ser difundido para el bien de todos aquellos destinos que necesitan una gestión eficiente del agua.

BIBLIOGRAFÍA

- Aveni, A. y Silverman H. (1991). Las líneas de Nazca: una nueva síntesis de datos de la Pampa y de los Valles. *Revista Andina* 9(2), 367–392.
- Breuning, G. von (1980). "Nazca: a Precolumbian Olympic Site? *Interciencia* 5, 209-219.
- Bonavia, D. (1991). *Perú hombre e historia: de los orígenes al siglo XV*. Lima, Edubanco.
- Cabrejo, L. (2010). *EL CÓDIGO NASCA. Conectividad de la Geometría Hidráulica en las Pampas de Nasca*. Lima, Luis Cabrejo.
- Däniken, E. von (1968). *Erinnerungen an die Zukunft*. Düsseldorf, Econ-Verlag GmbH.
- García, R. (2018). Investigaciones arqueológicas en Pisco. En G. More (editor) *Proyecto de rescate arqueológico de los geoglifos Pampa de Ocas, Paracas, Pisco – Ica*. Lima, Futura Consorcio Inmobiliario S.A., 32–50. Ver en: https://www.academia.edu/39648363/GEOGLIFOS_PAMPA_DE_OCAS_PARACAS_PISCO_ICA (Consultado el 8/01/2021).
- Isla, J. (2018). Los geoglifos de la región de Ica: estado de la cuestión y perspectivas. En G. More (editor) *Proyecto de rescate arqueológico de los geoglifos Pampa de Ocas, Paracas, Pisco – Ica*. Lima, Futura Consorcio Inmobiliario S.A., 87–130. Ver en: https://www.academia.edu/39648363/GEOGLIFOS_PAMPA_DE_OCAS_PARACAS_PISCO_ICA (Consultado el 8/01/2021).
- Mafé, A. (2015). El turismo cultural: una aproximación al término desde la disciplina de la Historia del Arte. *International journal of scientific management and tourism*, 1 (4), 193–199. Ver en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5665975> (Consultado el 8/01/2021).
- Mafé, A. (2016). Portugal: UNESCO Creative Cities Network. En: C. M. Henriques, *Tourism and History: World Heritage – Case Studies of Ibero–American Space* Braga: University of Minho (CICS.NOVA.UMinho), 523–545.
- More, G. (Ed) (2018). *Proyecto de rescate arqueológico de los geoglifos Pampa de Ocas, Paracas, Pisco – Ica*. Lima, Futura Consorcio Inmobiliario S.A. Ver en: https://www.academia.edu/39648363/GEOGLIFOS_PAMPA_DE_OCAS_PARACAS_PISCO_ICA (Consultado el 8/01/2021).
- More, G. y Feathers, J. (2018). Datación por IRSL de los geoglifos pampa de Ocas. En G. More (editor) *Proyecto de rescate arqueológico de los geoglifos Pampa de Ocas, Paracas, Pisco – Ica*. Lima, Futura Consorcio Inmobiliario S.A., 151–164. Ver en: https://www.academia.edu/39648363/GEOGLIFOS_PAMPA_DE_OCAS_PARACAS_PISCO_ICA (Consultado el 8/01/2021).
- Morrison, T. (1978). *The Mystery of the Nazca Lines*. Woodbridge, Nonesuch Expeditions Ltd.
- Reiche, M. (1945). *Mystery on the Desert*. Nazca (Perú), María Reiche.
- Reindel, M., Isla, J. y Lambers, K. (2006). Altares en el desierto: las estructuras de piedra sobre los geoglifos Nazca en Palpa. *Arqueología y Sociedad* 17, 179–222.
- Reinhard, J. (1997). *Las líneas de Nazca: un enfoque sobre su origen y significado*. Lima, Editorial Los Pinos.

- Reinhard, J. (1988) *The Nazca Lines. A new perspective on their origin and meaning*. Lima, Editorial Los Pinos.
- Sakai, M., Ccoyllo, Y., Olano, J., Matsumoto, Y. y Yamamoto, A. (2017). Avances del proyecto de investigación arqueológica Líneas y Geoglifos de las Pampas de Nazca, Campaña 2014. Actas del II Congreso Nacional de Arqueología Vol. 2, 31–36.
- Silverman, H. y Browne, D. (1991). New evidence for the date the Nazca lines. *Antiquity* 65, 208–220.
- Solís, P. (2019). Estudio estadístico de los patrones constructivos de los geoglifos de pampa de ocas. Valle de Pisco, Ica, Perú. *@rqueología y Territorio* 16, 113-130. Ver en: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zRPKG6ThY5YJ:https://www.ugr.es/~arqueologyterritorio/Artics16/Artic16_8.html+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=es (Consultado el 8/01/2021).
- Stierlin, H. (1983). *Nazca. La solución de un enigma arqueológico*. Barcelona, Planeta.
- Woodman, J. (1977). *Nazca. Mit dem Inka-Ballon zur Sonne*. Múnich, Bertelsmann Verlag.
- Woodman, J. (1980). *Nazca, the Flight of Condor I*. Londres, The Leisure Circle.