KUMPY MAYU, LA PRIMERA GRAN OBRA DE LA INGENIERÍA PERUANA

Ing. Fransiles Gallardo Plasencia

El Perú de todos los tiempos y los desafíos de la ingeniería:

La costa, estrecha faja con angostos valles fértiles, extensos y desérticos arenales, con dos placas sísmicas y un cíclico fenómeno del niño.

La zona andina con punas heladas sobre los 4 500 msnm, friajes, glaciales, pequeños valles, laderas y profundas quebradas.

La selva con su tropical clima y sus lluvias intensas, sus ríos interminables, sus bosques densos, indescifrables y misteriosos.

Es para los ingenieros peruanos, una provocación y un reto cotidiano a su vocación, a su capacidad creadora y resolutiva.

La ingeniería también escribe la historia de los pueblos, con obras.

Las Culturas Peruanas: Cronología, arqueología e historia:
12,000 a.C. Un trabajo de la Universidad Nacional de Huamanga señala que, en el período lítico, surgen las ancestrales culturas Paijanense, Toquepala, Guitarrero, Lauricocha, Vizcatán y Cumbe o la cultura Cumbicus. (1) cap II.
6,000 a.C. se desarrolla la cultura Caral y en su concepción urbanística y edificatoria, se reflejan los avances de la ingeniería. Se inicia el estudio de la sismología y la aplicación de elementos disipadores de energía sísmica, con el uso de las Shicras.

Hace más de tres mil años que los ingenieros preincas, utilizaron conceptos de dinámica hidráulica.

2,000 a.C. En Cajamarca se desarrolla la cultura Wacaloma Temprano y en este período se consigna la construcción del Canal de Kumpy Mayu, obra cumbre de la ingeniería hidráulica preinca.

Representa, la máxima expresión de la Ingeniería hidráulica de esos tiempos: Diseño y construcción, la implementación de sólidos conocimientos geodésicos, topográficos, astronómicos y de suelos; avanzados conceptos agrícolas e hidráulicos, de abastecimiento, uso y tratamiento de aguas.

La derivación de las aguas de la cordillera occidental a la oriental, es prueba de su valía.

La ingeniería de Kumpy mayu, es un proceso de más de 2000 años de acumulación sucesiva de saberes ingenieriles, desde la cultura Caral, de prueba error, de conocimientos transmitidos entre las generaciones, de decantación tecnológica y de mejoramiento teórico.

800 a.C. Se desarrolla la cultura Chavín en la serranía de Ancash y los Paracas en los arenales de Ica.

1,200 años después de los Waka Loma, los ingenieros Chavín construyeron una red sistematizada de más de 1, 000 metros de estructuras hidráulicas en su templo central, que presuponen conocimientos de ingeniería hidráulica, geología, meteorología y mano de obra extraordinarias. Su influencia hidráulica se trasmitió a todos los pueblos andinos.

Las Culturas Peruanas Después de Cristo:

200 d.C Aparecen los Nazca en Ica, los Vicús, en Piura, los Virú en La Libertad, los Playa Grande y Villa Salvador en Lima, los Caxamarca en Cajamarca, los Recuay en Ancash y los Tiahuanaco en Puno.

Los ingenieros Nazca construyeron canales superficiales y subterráneos de un ancho promedio de 1,00 metro y una longitud de acueductos, entre 400 a 1000 metros de longitud con chimeneas de sección helicoidal cada 100 metros de distancia, que permiten cargar la presión atmosférica y mantener el régimen de flujo uniforme y permitir su mantenimiento continuo y permanente.

600 d.C. Surgen los Wari, como la gran civilización en los Andes peruanos, desde Ayacucho hasta Lambayeque, Moquegua y la selva del Cusco. El Estado Wari masificó la construcción de andenes en la región de Ayacucho y, a partir, de esta revolución agrícola, su importancia geopolítica se potencia, hasta consolidarse como el primer imperio andino.

La ciudad de Wari fue la expresión más compleja del urbanismo andino, la vual albergó a 70 000 habitantes. La labor de los ingenieros Wari fue indispensable, para resolver los problemas inherentes a una gran ciudad.

1200 d.C Surgen los Chimú, quienes construyeron Chan Chan, la ciudad más grande de América y la segunda urbe del mundo construida con adobe, sobre una superficie de 25 000 m2, albergando a 30 mil habitantes con 140 pozos de agua subterránea.

El canal La Cumbre es una auténticas obra de ingeniería hidráulica prehispánica, con una longitud de 84 000 metros lineales, derivando las aguas del río Chicama hacia los desérticos arenales del valle de Moche.

1450 d.C Los ingenieros del Inca Pachacuti construyeron Machupicchu, venciendo las más duras condiciones naturales de clima, accesibilidad, geología y topografía, poniendo de manifiesto los conocimientos en ingeniería, asimilados desde Caral, Kumpy mayu y de todas las culturas ancestrales.

Machupicchu es una ciudad de piedra construida en lo alto de una colina, a 2,440 m, entre dos montañas y dos fallas geológicas, en una región sometida a constantes terremotos y a copiosas lluvias durante todo el año, topografía diversa, agua escasa y cuestas empinadas.

Macchpicchu tiene 4500 años de conocimientos de ingeniería acumulados en el planeamiento, diseño, armonía constructiva, arquitectura paisajística, hidrología, drenaje, cimentaciones, urbanismo, sismología, uso racional de aguas y suelos.

Los Caxas: El Cumbe o los Cumbicus, Primeros hombres andinos, cazadores y recolectores:

12,000 a.C. En el período *Holoceno* o *Post - Glacial* aparecen los primeros cazadores, procedentes de América del Norte. En los Andes peruanos habitaban el guanaco y la vicuña, indica un trabajo monográfico de la Universidad de Huamanga (1) cap II.

10,500 a.C El ingeniero peruano Augusto Cardich, descubrió utensilios líticos y restos humanos de cazadores recolectores en las cuevas de Cumbe o Cumbicus, publicado en el artículo Descubrimiento de un complejo precerámico en Cajamarca, por la Universidad de La Plata en 1996. Estos vestigios confirman que Cajamarca era

habitada.
10,000 a.C. Un trabajo monográfico de la Universidad de Huamanga señala que, los primeros habitantes andinos, cazadores de camélidos, recolectores de raíces y tubérculos, vivieron en cuevas altoandinas de El Cumbe o Cumbicus en Cajamarca, Pachamachay en Junín; Pikimachay en Ayacucho; Guitarrero en Ancash; Paiján en la Libertad; Ranracancha en Cerro de Pasco, en cuyas paredes dejaron grababa pinturas rupestres. (1) cap II.
6,000 a.C. se desarrolla la cultura Caral y las evidencias reflejan el alto nivel de la ingeniería de su tiempo, en sus edificaciones, su concepción urbanística y la ingeniería en general. Inician estudios sobre sismología y la implementación de elementos disipadores de energía sísmica con el uso de las Shicras. Manejaron información astronómica, registrada en los observatorios encontrados en el valle de Supe.

Hace más de tres mil años que los ingenieros preincas, utilizaron conceptos de dinámica hidráulica.
6,000 a.C, El antropólogo y estudioso cajamarquino Fernando Silva Santistevan, señala que el cuy (Cavia porcellus) había sido domesticado y era fuente de alimento proteico muy valioso para el hombre andino (3) pp 34.
4,500 a.C El investigador Duccio Bonavía (3) pp32 descubrió que, en la costa peruana, se cultivaron tres tipos diferentes de maíz.
2,000 a.C Fernando Silva Santisteban, señala que en Europa se produce la invasión de los Egeos, se origina la escritura cretense y es el segundo apogeo de los Cnossos.

En el Cercano Oriente se produce el fin del poder de Acadio, impera la XII Dinastía egipcia y comienza la hegemonía de Babilonia, la escritura alfabética en Sinaí, el Hammurabi y los hebreos en Palestina.

En Asia reina la Dinastía Hsia en China y en Mesoamérica empieza el Horizonte preclásico, Arbolillo.

En la región andina del Perú, se inicia el Horizonte formativo, vestigios encontrados confirman la existencia de Wakaloma en Cajamarca, Guañape y Kotosh. (3) pp 142.
1500 a.C A 3.5 km al sureste del centro de la ciudad de Cajamarca y a 2800 msnm, se asentó la cultura Wakaloma temprano Pre Chavín, perteneciente al periodo formativo.

Wakaloma fue un centro ceremonial compuesto por una decena de templos, en una extensión de veinte hectáreas irrigadas con canales. Una compleja organización social, con una fuerte base agrícola y cerámica local; según confirman las excavaciones y extraordinarios estudios de los arqueólogos japoneses Matsumoto y Terada, de la Misión Arqueológica de Tokio.

KUMPY MAYU LA PRIMERA GRAN OBRA DE LA INGENIERÍA PERUANA Historia:

Kumpy Mayu, se traduce del quechua, como río fino, río angosto o canal de agua bien hecho.

Aunque no existe fecha de su construcción, se calcula su ejecución entre los años 2000 a 1800 a.C, en el Arcaico Tardío, antes Precerámico tardío y el Formativo Inferior.

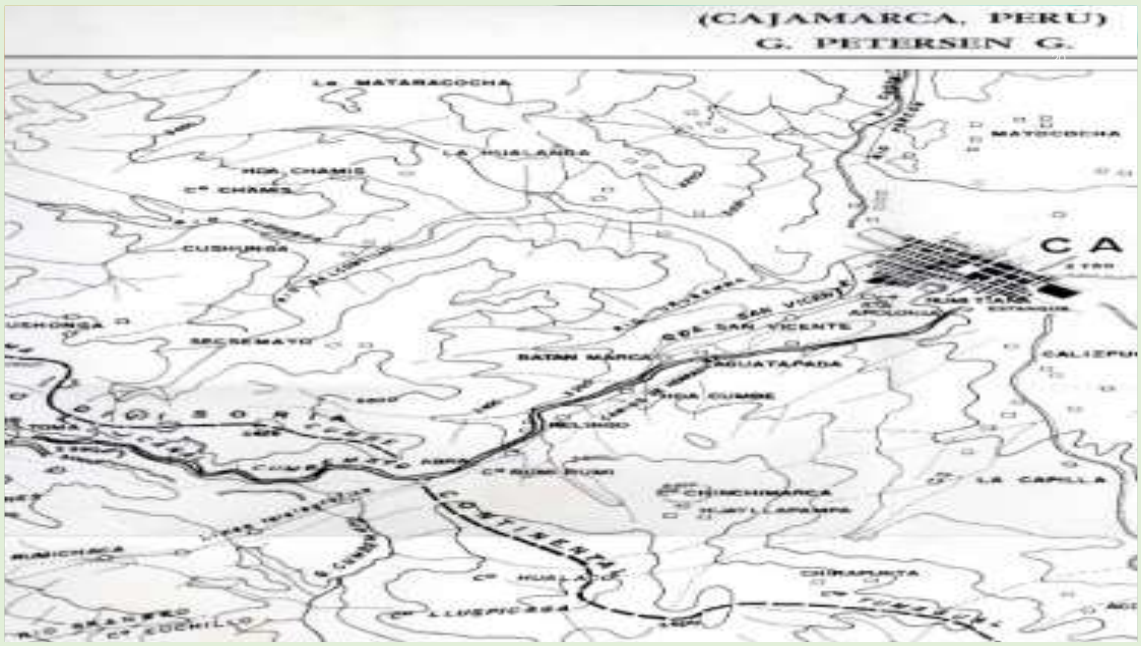
Descubrimiento:

El 28 de mayo de 1938 el P. Alberto Gridillo señala, que el canal fue encontrado en 1937 por Ernesto Puente Velezmoro, administrador de la Hacienda San Cristóbal, a poca distancia del actual poblado de Cumbico, perteneciente al valle del Chilango, del distrito de Magdalena de Lachán en la cordillera occidental de los andes; al realizar labores de limpieza del terreno.
El arqueólogo peruano Julio C. Tello, en 1941, luego de una expedición arqueológica al Marañón visitó la zona, haciendo una descripción corta del acueducto.

La primera gran investigación:

El 18 de junio de 1947 el ingeniero Georg Petersen G, profesor emérito de la Universidad Nacional de Ingeniería, realizó la primera gran investigación con criterio de ingeniería, publicando el estudio: Cumbemayo, Acueducto Arqueológico de cruza la divisoria continental (Departamento de Cajamarca, Perú) en la revista Tecnia de la UNI, el año 1969 (4) pp 113.

George Petersen inspeccionó la acequia de Cumbemayo, en compañía de la fotógrafa alemana Elena Hosmann, quien publica las primeras fotos en blanco y negro y confirma, que esta obra de ingeniería hidráulica cruza la Divisoria Continental, conduciendo las aguas de la vertiente del Océano Pacífico a la cuenca del río Amazonas y, por ende, al Océano Atlántico "caso asombroso, según se sabe, es único en la hidrología andina", escribe Petersen.



El Ingeniero cajamarquino J.M. Cacho C. y el topógrafo J.H. Fiestas H. realizaron el primer levantamiento topográfico de la Acequia Cumbemayo, desde el inicio de la toma de aguas, hasta el estanque final en Santa Apolonia, con una longitud de 9 000 metros lineales y son dibujados en un plano a curvas a nivel y dos planos de detalles, con incidencia en la zona labrada en roca volcánica. (4) pp136, 137).

Inicio del Canal:

Emilio Celis Guibar en una reciente exploración al canal, señala la existencia de un colchón de humedales a 3 585 msm, donde afloran 7 estancos de agua, algunos cubiertos con gramíneas y musgos de colores verde, azul o granate o sus combinaciones o limpios y transparentes, donde se reflejan las nubes o el hermoso azul, del cielo cajamarquino. Son las chorreras que bajan de los cerros Mojoma, Yanacanga, Consejo, Frailones y Cumbe que fluyen al río Magdalena afluente del Jequetepeque, y que se desvían hasta dos pozas, al pie del cerro Santa Apolonia, en la ciudad de Cajamarca.

La Bocatoma:

Está formada por 2 piedras talladas de 1.00 x .80 x .10 m incrustadas dentro de la captación, con un vertedero trapezoidal tallado de .30 x .20.

Para controlar la velocidad de llegada del agua al vertedero, los ingenieros Wakaloma colocaron una piedra triangular de bordes redondeados y el agua fluye del vertedero, colisionando con una roca labrada, originando un imperceptible efecto remolino o turbulencia, con el cual se regula la velocidad de ingreso al canal.

Pendiente promedio: De 1 a 2 mm por metro lineal que evita la erosión de la piedra tallada y la sedimentación en el fondo. Evidencia de una ingeniería de alto nivel y del tratamiento del tallado y el empalme de las piedras.

Fundamentos para la construcción:

"La construcción de este canal, es una obra de grandes planificadores con grandes conocimientos, básicamente en topografía e hidráulica. Los constructores manejaron el paisaje, la velocidad del agua, la calidad de los acabados y el manejo racional de los recursos", señala William Guillén.

Descripción general del canal:

George Petersen, descubrió tres segmentos diferenciados.

El 1° tramo mide 853 metros de longitud, realizados en roca y el trazado de curvas a compás y de ángulos en escuadra.

El 2° tramo está excavado en la ladera del cerro Consejo. Tiene 2 500 m de longitud, construido mediante cortes en la roca, con muros de contención a manera de terrazas artificiales, para lograr la elevación requerida y la inclinación constante.

El 3° tramo es de 5 500 m de longitud, en zanja que baja por la quebrada de San Vicente pasando por Relingo y Agua Tapada.

Los constructores del canal poseyeron avanzados estudios de ingeniería hidráulica, geología, astronomía, suelos, topografía, matemáticas y física.

Características técnicas del canal:

Longitud: 9 000 metros lineales.

Curvas: El círculo y el cuadrado son las figuras geométricas del diseño del canal, cuyos segmentos constituyen curvas a 90°, enlazando tramos rectos proyectados en un arco de curvatura circular, permitiendo que el agua fluya controladamente, sin erosionar las rocas laterales del canal.

Ángulos en escuadra: Son quiebres con 2 y 4 ángulos en zigzag a 90 grados tallados en roca a escuadra, que disminuyen la velocidad del agua, sin originar erosiones en las paredes, ni sedimentación en el fondo.

Profundidad de excavación en la roca: Entre 10 y 30 cm y en las partes altas entre 30 cm y 1.00 metro.

Pendiente de la rasante: Al inicio es casi horizontal, entre 1 a 2 mm x metro y a partir del 2° tramo a tajo abierto, tiene una pendiente promedio de 7 mm/m.

Validaciones técnicas:

El ing. William Guillén Padilla, validó y comprobó estos datos técnicos, con el programa H canales 2.0, en su tesis de graduación.

Sintetizando:

El canal de Kumpy mayu, es un prodigio de la ingeniería hidráulica preinca, con una longitud de 9 000 metros lineales, de los cuales 3 mil 359 metros fueron tallados en roca, con curvas a compás y ángulos en escuadra, con 950 metros construidos en roca, con ángulos a 90 grados y pendientes mínimas, que evitan la erosión y el embalsamiento de las aguas.

Su origen son los humedales de San Cristóbal de Magdalena de Lachán, cercano a Cumbicus, Cajamarca, cuyas aguas son derivadas de la cordillera occidental hacia la oriental de los andes, por los ingenieros Waka Loma.

Kumpy Mayu, es la obra hito de la ingeniería preinca y Machupicchu, la obra hito de la magnificencia de la ingeniería inca.

Dos obras que muestran al mundo, la consolidación y el florecimiento de la ingeniería del Perú prehispánico.

Machupicchu es Monumento Histórico de la Ingeniería Civil y Maravilla del Mundo.

Kumpy mayu, fue construida 3,450 años antes que Machupicchu y es la Primera Gran Obra de la Ingeniería Peruana.

Los argumentos cronológicos, arqueológicos, históricos y técnicos enumerados en el presente trabajo, son una valoración a esta gran obra, única, ancestral y de trascendencia histórica de la Ingeniería peruana.

Desde las shicras sísmicas de Caral, hasta el canal de Kumpy mayu, y de Kumpy mayu a Machupicchu, son 4500 años de ingeniería prehispánica en el Perú.

(1) Trabajo Monográfico: Culturas Prehispánicas del Perú, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2002.
(2) Augusto Cardich, Hacia una prehistoria de Sud américa, Culturas tempranas de los Andes y Patagonia, Parte III, Civilización Andina, Editorial de la Universidad de la Plata, Edup, 1996, pp 445-454
(3) Fernando Silva Santisteban, Historia del Perú: Perú Antiguo, ediciones Buho, 1982
(4) Georg Petersen G, Cumbemayo: Acueducto Arqueológico que cruza la divisoria Continental (Departamento de Cajamarca, Perú), Tecnia, Revista técnico-científica, Universidad Nacional de Ingeniería N° 3, setiembre 1969.
Profesor Emérito de la Universidad Nacional de Ingeniería.
(5)Jaime Deza, Cumbemayo el camino del agua, 75 años de su descubrimiento científico, Universidad Alas Peruanas, Lima enero 2012
(6) Alberto Cajal. Etapa Lítica: características y periodos. Lifeder, 2017.