



ARCHITECTURE

*ESTUDIO COMPARATIVO DE PUENTES
CONSTRUIDOS EN LAS PROVINCIAS DE
PAMPLONA Y CÚCUTA SEGÚN TIPOLOGÍAS
Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS (SIGLOS XVI A XX)*

MARLON ANDRES MORINELLY

*UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTA DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ARQUITECTURA
GRUPO DE INVESTIGACIÓN URBANIA
SEMILLERO EUPALINOS*



El proyecto de investigación, hace estudios bajo la necesidad de historiar y comprender la evolución de la red caminera en diferentes temporalidades partiendo de los siglos XVI al XVIII donde la movilidad del territorio se conformaba por caminos reales y navegación fluvial, dentro de un dinamismo económico, social y cultural, estas rutas eran elementos claves principalmente en los procesos de agroexportación de la época. En el siglo XIX los grandes procesos de industria aportarían cambios de evolución en la movilidad del territorio con el surgimiento del ferrocarril y por último en el siglo XX la modernidad y la gran capacidad de desarrollo nos permite ver la consolidación de sistemas de carretera troncales

Estos procesos de evolución en la red caminera, van presentado grandes desafíos, dentro del determinismo geográfico, el ingenio humano nos presenta el surgimiento de grandes gestas de la arquitectura y la ingeniería con la construcción de puentes dentro de toda esta red de movilidad.

La publicación realiza un diagnóstico en cuanto a las técnicas y sistemas constructivos de los puentes que van introduciéndose al país, combinándose y evolucionado con las técnicas empleadas dentro del territorio.

El trabajo semeja y complementa procesos de estudio y recolección de información en el ámbito académico, en conjunto con el grupo de investigación Eupalinos del programa de Arquitectura de la universidad de Pamplona, bajo la dirección de docentes especialistas que permite direccionar el manejo adecuado de los procesos de estudio.

ÍNDICE

04

PUENTES DE ARCO

CLASES DE ARCO Y SU TRAZADO	73
APAREJOS DE MAMPOSTERÍA	77
SÍLLERIA	79
LA BÓVEDA	81

RECONSTRUCCIÓN TÉCNICA - DIGITAL, DE CASOS ENCONTRADOS EN ÁREAS DE ESTUDIO DE PUENTES DE ARCO	83
--	----

PUENTE GRANADA (PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)	85
--	----

PUENTE BOLIVAR (PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)	89
--	----

PUENTE POTOSI (PAMPLONITA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)	93
---	----

PUENTE GRANDE (BARICHARA, SANTANDER, COLOMBIA)	97
---	----

05

LOCALIZACIÓN DE LOS PUENTES: CHINÁCOTA, BOCHALEMA Y LA DONJUANA

LÓGICA DE EMPLAZAMIENTO CHINÁCOTA - BOCHALEMA (2021)	105
--	-----

LÓGICA DE EMPLAZAMIENTO LA DONJUANA (2021)	107
--	-----

06

PUENTES DE TRAPECIO

TRAPECIO COMO CONCEPTO GEOMÉTRICO	113
---	-----

ESFUERZOS QUE ACTÚAN EN UN PUENTE DE TRAPECIO	115
---	-----

APLICACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE MADERA ORDENADO EN VOLADIZO	117
--	-----

SISTEMA DE ARMADURAS CON JABALCONES	121
---	-----

SISTEMAS DE CUBIERTAS EN LOS PUENTES	127
--	-----

UNIONES Y ENSAMBLES	130
---------------------------	-----

01

I - COMPOSICIÓN GENERAL DE DEL TERRITORIO

CONTEXTO GENERAL

ORDENAMIENTO TERRITORIAL	15
COMPOSICIÓN GEOGRAFÍA DEL TERRITORIO	17
CUENCA DEL RÍO PAMPLONITA	19

02

EVOLUCIÓN DE LA RED CAMINERA

CAMINOS ABORÍGENES	23
CAMINO REAL Y EL ORIENTE COLOMBIANO	25
RUTAS COLONIALES EN EL NORTE DE SANTANDER	27
CONSTRUCCIÓN TÉCNICA DEL CAMINO REAL	29
EL FERROCARRIL	34
EL FERROCARRIL EN CÚCUTA	35
TRONCAL CENTRAL DEL NORTE	47
CARRETERAS DE CUARTA GENERACIÓN	49

II - LÓGICA DE EMPLAZAMIENTO Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE LOS PUENTES

LOCALIZACIÓN DE LOS PUENTES: PAMPLONA Y PAMPLONITA

LÓGICA DE EMPLAZAMIENTO: PAMPLONA (1549,1963,2021)	59
LÓGICA DE EMPLAZAMIENTO: PAMPLONITA (1963,2021)	65

03

09

RECONSTRUCCIÓN TÉCNICA - DIGITAL, DE CASOS ENCONTRADOS EN ÁREAS DE ESTUDIO DE PUENTES DE TRAPECIO

PUENTE SAN JOSÉ (PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)	133
PUENTE ZULASQUILLA (CUCUTILLA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)	137
PUENTE SOBRE EL RÍO SUMAPAZ (FUSAGASUGÁ, CUNDINAMARCA, COLOMBIA)	141
PUENTE ROJO (CHINÁCOTA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)	145
PUENTE REAL (GÁMBITA, SANTANDER, COLOMBIA)	149
PUENTE REAL (CHITAGÁ, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)	153
PUENTE DE SOBRE EL RÍO PIENTA (CHARALÁ, SANTANDER, COLOMBIA)	157
PUENTE SANTA HELENA (LA DONJUANA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)	161
PUENTE SOBRE EL RÍO GUALÍ (TOLIMA, COLOMBIA)	165
DE PUENTE DE MADERA SOBRE ESTRIBOS	169
PUENTE SOBRE LA QUEBRADA SANTA ANA	173

LOCALIZACIÓN DE LOS PUENTES: CUCÚTA

LÓGICA DE EMPLAZAMIENTO: CUCÚTA (1937,2021)	181
---	-----

PUENTES COLGANTES

COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PUENTE COLGANTE	189
PUENTES COLGANTES EN LA AMÉRICA PREHISPÁNICA	191
PUENTES COLGANTES EN COLOMBIA SIGLO XIX	193
COMPONENTES METÁLICOS DE PUENTES COLGANTES	195
PUENTE EL CAIMAN (CUCÚTA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)	201

10

PUENTES DE ARMADURA METALICA

FUNCION ESTRUCTURAL DE LOS PUENTES DE ARMADURA	209
TIPOS DE ARMADURA DE PUENTES	211
ARMADO DE NUDOS	213
PUENTE ARAUJO (CUCÚTA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)	217
PUENTE DE MUTISCUA (MUTISCUA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)	221

CONCLUSIONES

FUNCION ESTRUCTURAL DE LOS PUENTES DE ARMADURA	00
TIPOS DE ARMADURA DE PUENTES	00
ARMADO DE NUDOS	00

07

08

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

CONTEXTO GENERAL

- Ilustración N° 001 Mapa de localización del eje de movilidad Pamplona – Cúcuta
- Ilustración N° 002 Mapa de relieve del eje de movilidad Pamplona – Cúcuta
- Ilustración N° 003 Mapa de Cordillera de los Andes Sur América
- Ilustración N° 004 Mapa de Relieve colombiano, cordilleras
- Ilustración N° 005 Mapa de Subdivisión de cuencas de Norte de Santander
- Ilustración N° 006 Mapa de Cuenca del río Pamplonita

EVOLUCIÓN DE LA RED CAMINERA

- Ilustración N° 007 Modo de viajar
- Ilustración N° 008 Mapa de trazado de la ruta a Maracaibo
- Ilustración N° 009 Mapa del Departamento de Boyacá 1827
- Ilustración N° 010 Rutas reales de Norte de Santander
- Ilustración N° 011 Mapa de Rutas reales de Norte de Santander
- Ilustración N° 012 Construcción Técnica del camino Real
- Ilustración N° 013 Plano para demostrar la nueva vía de Bogotá ha Honda
- Ilustración N° 015 Estación de Bochalema, línea sur
- Ilustración N° 016 Estación de La Donjuana, línea sur
- Ilustración N° 017 Esquema de paraderos y estaciones del ferrocarril de Cúcuta
- Ilustración N° 018 Mapa de la Línea sur del Ferrocarril de Cúcuta
- Ilustración N° 019 Modernización de la red caminera del siglo XIX
- Ilustración N° 020 Esquema de movimiento de tierra
- Ilustración N° 021 Ferrocarril de la Sabana - La Tribuna, Cundinamarca (1927)
- Ilustración N° 022 Estado actual Línea Sur - Km 26 + (2020)
- Ilustración N° 023 Ferrocarril Cúcuta a Pamplona - Línea Sur (1932)
- Ilustración N° 024 Componentes de la Vía Férrea
- Ilustración N° 025 planos de sección de la vía férrea
- Ilustración N° 026 Red de carreteras nacionales 1943
- Ilustración N° 027 La variante que empieza en Floridablanca kilómetro 8 de la vía a Cúcuta
- Ilustración N° 025 Componentes de la Vía
- Ilustración N° 026 Curva Peñas Blancas, Vía Pamplona - Cúcuta KM 55 (2021)
- Ilustración N° 027 La variante que empieza en Floridablanca kilómetro 8 de la vía a Cúcuta
- Ilustración N° 028 Sistema de Estabilización de taludes

LOCALIZACIÓN DE LOS PUENTES: PAMPLONA Y PAMPLONITA

- Ilustración N° 029 Esquema de zonas de estudio
- Ilustración N° 030 Mapa de áreas de estudio
- Ilustración N° 031 Panorámica de Pamplonita
- Ilustración N° 032 Panorámica del Pamplona
- Ilustración N° 033 Modelo de elevación digital Pamplona 1549
- Ilustración N° 034 Modelo de elevación digital Pamplona 1963
- Ilustración N° 034 Modelo de elevación digital Pamplona 2021
- Ilustración N° 036 Modelo de elevación digital Pamplonita 1963
- Ilustración N° 037 Modelo de elevación digital Pamplonita 2021

PUENTES DE ARCO

- Ilustración N° 038 Corte – Fachada de puente de arco, Puente Potosí en Pamplonita
- Ilustración N° 039 Clase de arco y su trazado
- Ilustración N° 040 Aparejos de Mampostería
- Ilustración N° 041 Puente del Humilladero Popayán – Cauca
- Ilustración N° 042 Tipos de Sillería
- Ilustración N° 043 Ruinas del Puente Santa Helena, La Donjuana – Norte de Santander
- Ilustración N° 044 Bóveda de cañón de Puente Potosí,
- Ilustración N° 045 Bóveda de cañón de Puente Granada, Pamplona - Norte de Santander
- Ilustración N° 046 Componentes del arco
- Ilustración N° 047 Tipos de aparejos
- Ilustración N° 048 Cargas que actúan en un puente de arco
- Ilustración N° 049 Síntesis técnica y render de reconstrucción 3d del Puente Granada
- Ilustración N° 050 Puente Granada
- Ilustración N° 051 Síntesis técnica y render de reconstrucción 3d del Puente Bolívar
- Ilustración N° 052 Puente Bolívar
- Ilustración N° 053 Síntesis técnica y render de reconstrucción 3d del Puente Potosí
- Ilustración N° 054 Puente Potosí
- Ilustración N° 055 Síntesis técnica y render de reconstrucción 3d del Puente Grande
- Ilustración N° 056 Puente Grande

LOCALIZACIÓN DE LOS PUENTES: CHINÁCOTA, BOCHALEMA Y LA DONJUANA

- Ilustración N° 057 Panorámica de Bochalema
- Ilustración N° 058 Panorámica de Chinácota
- Ilustración N° 059 Panorámica del La Donjuana
- Ilustración N° 060 Modelo de elevación digital Chinácota - Bochalema 2021
- Ilustración N° 061 Modelo de elevación digital La Donjuana 2021

PUENTES DE TRAPECIO

Ilustración N° 062 Corte – Fachada de puente de trapecio, Puente Charalá en Santander
Ilustración N° 063 Trapecio como figura geométrica.
Ilustración N° 064 Reglas Geométricas
Ilustración N° 065 Esquema de fuerzas y resistencias, de un puente de Trapecio
Ilustración N° 066 La Tumba abovedada de Atreo, Micenas- Grecia
Ilustración N° 067 El Templo del sol en Palenque centro Maya
Ilustración N° 068 Ménsula o Voladizo, Patio de la Casa de La Salina o Palacio de Fonseca, España
Ilustración N° 069 Principio de sistema de sillares en voladizo
Ilustración N° 070 Armadura de puente de madera
Ilustración N° 071 Vista de puente con vigas en voladizo, y muros de contrapeso.
Ilustración N° 072 Principio de vigas en voladizo
Ilustración N° 073 Alzado del puente real, Gambita - Santander
Ilustración N° 074 Puente construido alrededor de 1740 en Bután
Ilustración N° 075 Puente construido en una fortaleza de Bután
Ilustración N° 076 Puente Charalá, Santander
Ilustración N° 077 Puente real Gámbita, Santander
Ilustración N° 078 Sistema de armadura con jabalcones
Ilustración N° 079 Puente con armadura de madera
Ilustración N° 080 Puente con armado de Jabalcones
Ilustración N° 081 Puente sobre el río Coello 1777
Ilustración N° 082 Plano y perfil de in puente de madera 1750
Ilustración N° 083 Nivel de inicio de los jabalcones, con sistema de vigas en voladizo
Ilustración N° 084 Cuadro comparativo de puentes de trapecio, según la función estructural
Ilustración N° 085 Puente con cubierta de paja Jardines Botánicos en Portoviejo
Ilustración N° 086 Puente con cubierta en Teja Colonial, Puente Real - Chitagá
Ilustración N° 087 Puente con cubierta en lamina de zinc, Puente Zulasquilla – Cucutilla
Ilustración N° 088 Tipos de armadura, para cubierta, forjado, pared o puente
Ilustración N° 089 Ensamblajes y Sistemas de uniones con Madera
Ilustración N° 090 Uniones de Herraje en la madera
Ilustración N° 091 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente San José
Ilustración N° 092 Puente San José
Ilustración N° 093 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente Zulasquilla
Ilustración N° 094 Puente Zulasquilla
Ilustración N° 095 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente sobre el río Sumapaz
Ilustración N° 096 Puente sobre el río Sumapaz
Ilustración N° 097 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente Rojo
Ilustración N° 098 Puente Rojo
Ilustración N° 099 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente Real, Gámbita
Ilustración N° 100 Puente Real, Gámbita
Ilustración N° 101 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente Real, Chitagá
Ilustración N° 102 Puente Real, Chitagá
Ilustración N° 103 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente sobre el río Pienta
Ilustración N° 104 Puente sobre el río Pienta
Ilustración N° 105 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente Santa Helena
Ilustración N° 106 Puente Santa Helena
Ilustración N° 107 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente Sobre el río Gualí
Ilustración N° 108 Puente Sobre el río Gualí
Ilustración N° 109 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente de Madera
Ilustración N° 110 Puente de Madera sobre Estribos
Ilustración N° 111 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente Santa Ana
Ilustración N° 112 Puente sobre la Quebrada Santa Ana

LOCALIZACIÓN DE LOS PUENTES: CUCÚTA

Ilustración N° 113 Panorámica de Cúcuta
Ilustración N° 114 Modelo de elevación digital Cúcuta 1937
Ilustración N° 115 Modelo de elevación digital Cúcuta 2021

PUENTES COLGANTES

Ilustración N° 116 Corte – Fachada de puente Colgante, Puente El Caimán
Ilustración N° 117 Esquema de fuerzas y resistencias, de un puente Colgante
Ilustración N° 118 Puente de fibras vegetales sobre el río Pampas (Perú), en una crónica de 1865
Ilustración N° 119 Puente Colgante de Bejucos sobre el Río Zulia, Gutiérrez de Alba 1822-1897
Ilustración N° 120 Puente de la Iglesia sobre el río Cauca construido en 1885
Ilustración N° 121 Puente La Cabaña sobre el río Piedras.
Ilustración N° 122 Puente Colgante de San Rafael (Provincia de Cúcuta)
Ilustración N° 123 Estructura de Cable
Ilustración N° 124 Sistema de bobinas de cable
Ilustración N° 125 Amarre de cables
Ilustración N° 126 vista inferior del Puente colgante de Jánovas
Ilustración N° 127 vista lateral del Puente colgante de Jánovas
Ilustración N° 128 Sistema de bobinas
Ilustración N° 129 Sistema de anclaje
Ilustración N° 130 Puente Colgante de San Rafael (Provincia de Cúcuta)
Ilustración N° 132 Síntesis técnica y Render de reconstrucción 3d del Puente El Caiman
Ilustración N° 133 Puente El Caiman

PUENTES DE ARMADURA METALICA

Ilustración N° 134 Corte – Fachada de puente de armadura metálica, Puente Araujo en Cúcuta
Ilustración N° 135 Función estructural de los puentes de armadura metálica
Ilustración N° 136 Tipos de armadura de puentes
Ilustración N° 137 Armado de nudos
Ilustración N° 138 Puente Araujo, Cúcuta
Ilustración N° 139 Armadura Lateral
Ilustración N° 140 Puente Araujo, Cúcuta
Ilustración N° 141 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente Araujo
Ilustración N° 142 Puente Araujo
Ilustración N° 143 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente de Mutiscua
Ilustración N° 144 Puente de Mutiscua



PRÓLOGO

La presente monografía de Trabajo de Grado en la modalidad de investigación del estudiante Marlon Andrés Morinelly Méndez recopila y consolida el extenso trabajo de campo iniciado en el año 2012 con estudiantes adscritos a la asignatura Taller de Diseño VII, proceso en el que se vinculó Marlon con los estudios preliminares de patrimonio inmueble para el Puente Rojo de Chindóota en 2018.

A partir de este documento el grupo de investigación URBANIA y el semillero EUPALINOS, vinculados al programa de Arquitectura en la sede de Pamplona, cuentan con la base para una publicación especializada en los diversos puentes construidos en el área de influencia de nuestro programa. El área de estudio se ha centrado en el corredor de movilidad entre los nodos de la red urbana regional de Pamplona y Cúcuta, incluyendo algunos ejemplos de puentes coloniales y republicanos de Santander, a manera de referentes para comprender las capacidades técnicas regionales.

Los levantamientos especializados de los puentes y el trabajo de campo realizado con el apoyo invaluable de la profesora Mónica Bibiana Botello Arciniegas, se complementaron unificando los criterios de representación, para obtener un estudio comparativo de las tipologías constructivas y las particularidades de cada ejemplo estudiado. Si bien la situación actual de incertidumbre causada por la pandemia de 2020 afectó la continuidad del trabajo de campo, también se presentaron dificultades para rastrear el origen y la datación de los puentes, falencia que se espera superar en la publicación final de esta investigación.

Destaco los avances en las lógicas de emplazamiento de los puentes, la clasificación que se ha logrado de ellos, en particular a partir de las publicaciones del arquitecto Jorge Galindo Díaz, la puesta en contexto de cada objeto de estudio en la red caminera regional y, por supuesto, la dedicación de Marlon Morinelly en los dos años continuos destinados a su trabajo de grado.

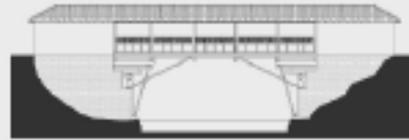
Msc. Arq. Alirio Rangel Wilches
Profesor asistente - Programa de Arquitectura
Pamplona, Junio de 2021



PUENTE RÍGIDO



PUENTE DE ARCO



PUENTE DE TRAPECIO



PUENTE COLGANTE



PUENTE DE ARMADURA METÁLICA

Un puente es una estructura que permite salvar un obstáculo natural o artificial como puede ser una vía fluvial, marítima, un valle, una vía de circulación (autopista, ruta, ferrocarril). Con el fin de garantizar una circulación fluida de personas, vehículos entre otros.

La necesidad humana de cruzar los pasos de nivel, es la principal acción que fundamenta la historia de los puentes hasta el día de hoy, las técnicas de construcción se han transmitido por generaciones, al tiempo que evolucionando en diversos sistemas constructivos.

Pero el concepto de puentes se extiende más allá de un elemento con una única función, sino que por el contrario hace parte procesos de desarrollo de un territorio, que va cambiando durante toda la vida del puente, teniendo incidencia en procesos políticos administrativos, desarrollo urbano, conectividad regional, actividades agrícolas, culturales, y económicas.

01

CONTEXTO GENERAL DEL TERRITORIO

ORDENAMIENTO TERRITORIAL

En la actualidad, Colombia está organizada territorialmente por departamentos, municipios y distritos, principalmente. Otras divisiones especiales son las provincias, las entidades territoriales indígenas y los territorios colectivos.

Un municipio es una entidad territorial organizada administrativa y jurídicamente, ubicados entre la nación y el municipio, encontramos los departamentos que tienen autonomía en el manejo a los asuntos relacionados con su jurisdicción y funcionan como entes de coordinación entre la nación y los municipios.

Los distritos son entidades territoriales con una administración especial. Por su importancia nacional, en Colombia las ciudades de Bogotá, Cartagena, Barranquilla, Santa Marta y Buenaventura llevan este distintivo, por otra parte, las provincias son divisiones territoriales intermedias entre departamentos y municipios.

La zona estudio se encuentra localizada en el departamento de norte de Santander, en el área comprendida desde el municipio de Pamplona en la zona sur hasta llegar al municipio de Cúcuta en el norte, siendo esto los municipios de mayor importancia dentro del departamento, desde épocas fundacionales haciendo parte de importantes rutas comerciales entre el Nuevo Reino de Granada y la Capitanía de Venezuela, en el área abarcada entre estos dos asentamientos principales podemos encontrar municipios emplazados a lo largo de la cuneca del río pamplonita (Pamplonita, Chinácota, Bochalema, Los Patios).

SUR AMERICA



COLOMBIA



DPT. NORTE DE SANTANDER



EMPLAZAMIENTO GENERAL PAMPLONA – CÚCUTA

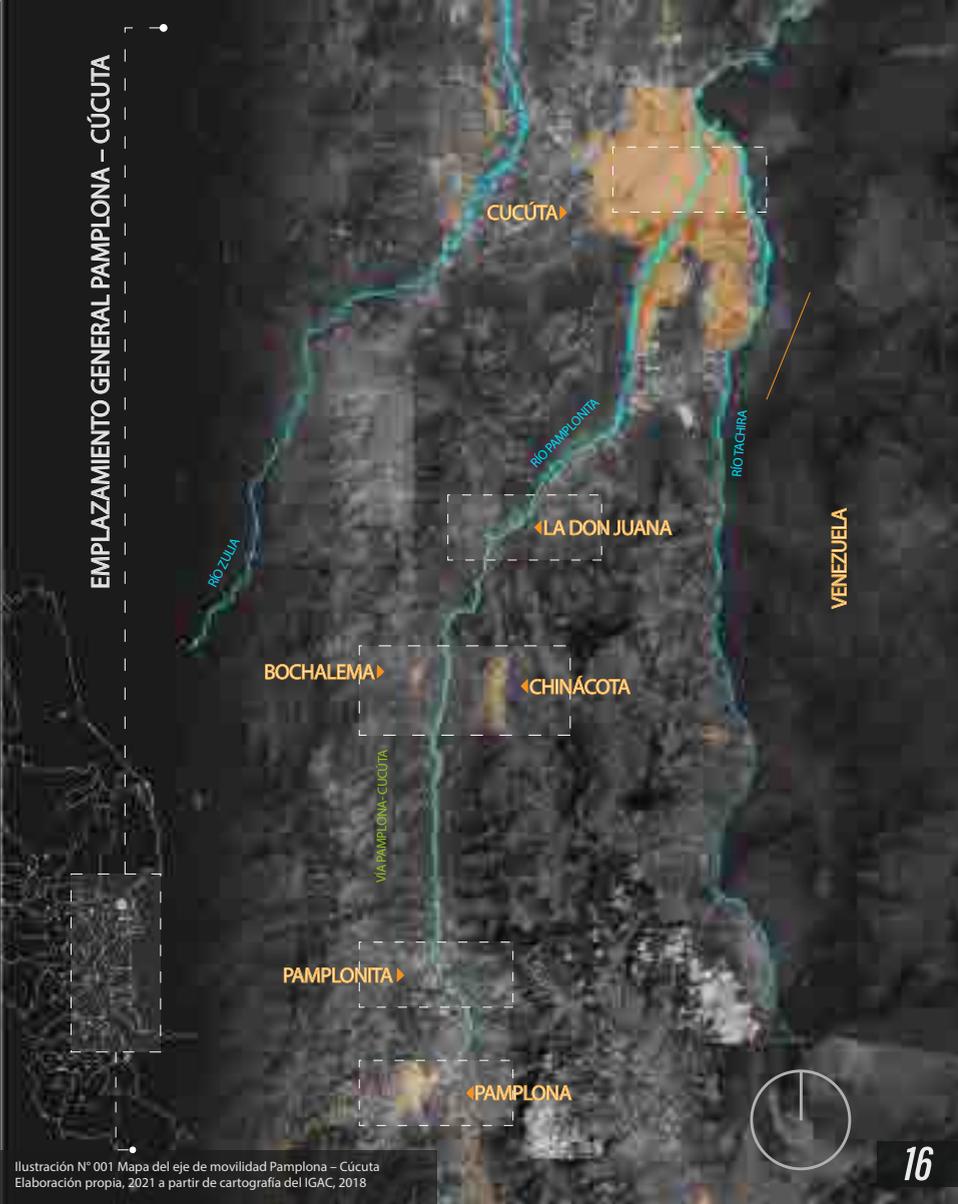


Ilustración N° 001 Mapa del eje de movilidad Pamplona – Cúcuta
Elaboración propia, 2021 a partir de cartografía del IGAC, 2018



Ilustración N° 002 Mapa de relieve del eje de movilidad Pamplona – Cúcuta
Elaboración propia, 2021 a partir de cartografía del IGAC, 2018

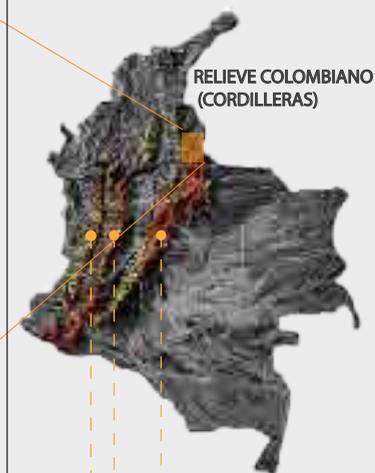
COMPOSICIÓN GEOGRAFÍA DEL TERRITORIO

El área de estudio hace parte de una disposición geográfica basado en un sistema de montañas conocida como cordillera de los andes, abarcando una longitud de unos 8500 kilómetros de norte a sur, cruzando diversos países de sur América (Argentina, Bolivia, Bolivia, Perú, Chile, Colombia y parte de Venezuela)

El territorio colombiano se encuentra ubicado en el noroccidente de Suramérica, como consecuencia de la posición geográfica, posee diversas formas de relieve, desde las llanuras en el oriente hasta las montañas en el occidente. La cordillera de los Andes atraviesa el territorio colombiano de sur a norte, y está conformada por tres cadenas montañosas paralelas entre sí: las cordilleras Oriental, Central y Occidental.

Los Santanderes colombianos se sitúan sobre la cordillera oriental, creando retos de movilidad en el crecimiento urbano desde épocas precolombinas, hechos que han ido generando patrones de ingenio humano para sortear estos desafíos, los puentes en estudio son una clara evidencia de diferentes momentos históricos que denotan la evolución y el desarrollo de la región a lo largo del tiempo.

Ilustración N° 003 Mapa de localización del eje de movilidad Pamplona – Cúcuta
Elaboración propia, 2021 a partir de cartografía del IGAC, 2018



RELIEVE COLOMBIANO
(CORDILLERAS)

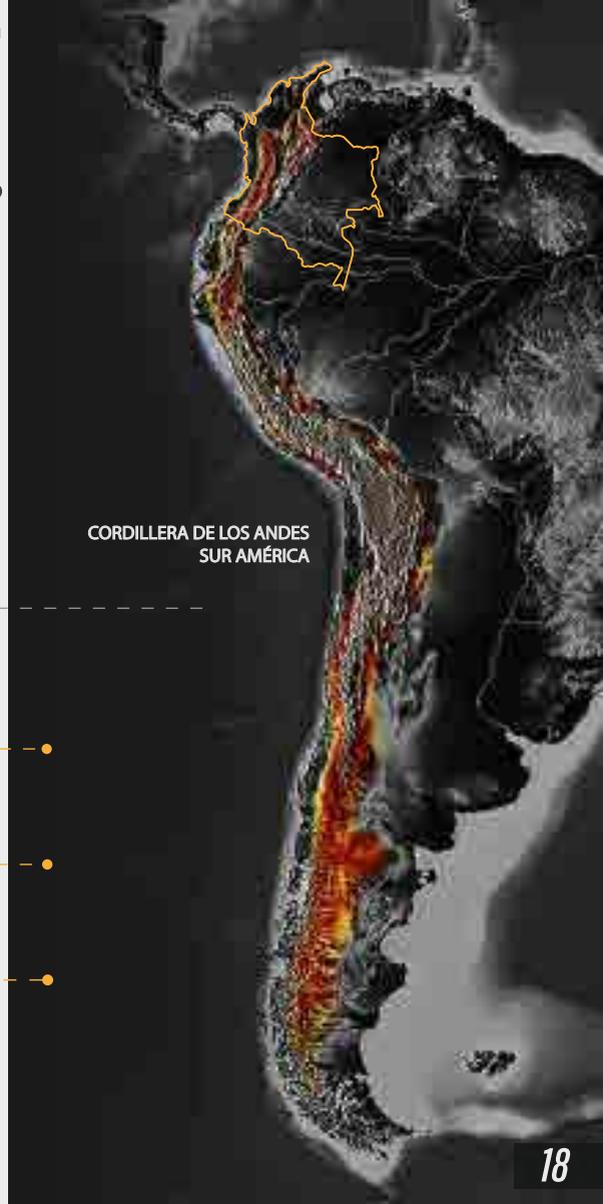
CORDILLERA ORINETAL

CORDILLERA CENTRAL

CORDILLERA OCCIDENTAL

CORDILLERA DE LOS ANDES
SUR AMÉRICA

Ilustración N° 004 Mapa de Cordillera de los Andes Sur América
Elaboración propia, 2021 a partir de Cordillera de los Andes, una oportunidad para la integración y desarrollo de América del Sur FAO - Santiago, Chile, 2014

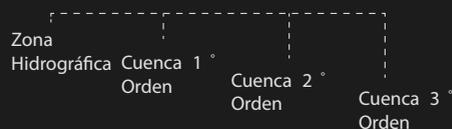


CUENCA DEL RÍO PAMPLONITA

El IDEAM definió cinco zonas hidrográficas para el país considerando los aspectos fisiográficos del territorio colombiano, de tal forma que permiten la convergencia de las aguas hacia las siguientes Zonas Hidrográficas

- Zona Hidrográfica del Caribe y áreas Insulares.
- Zona Hidrográfica el Magdalena- Cauca.
- Zona Hidrográfica Orinoco.
- Zona Hidrográfica Amazonía.
- Zona hidrográfica Pacífico y áreas insulares.

Además de estas zonas se presentan las subdivisiones de cuencas por orden, es decir, cuencas de primer orden, segundo orden, tercer orden y así consecutivamente, para la cuenca del río Pamplonita podemos definir los siguientes órdenes:



SUBDIVISIONES DE CUENCAS DE NORTE DE SANTANDER



ÁREA	134.534,97 has
COORDENADAS PLANAS	1.300.000 y 1.415.000 (N) - 1°150.000 y 1°195.000 (E)
LIMITES	Norte - Puerto Santander, Sur - Cácuta, Labateca, Pamplona, Mutiscua, Toledo, Oriente - Venezuela, Occidente Cúcuta, San Cayetano, Durania, Arboledas, Cucutilla, Pamplona
MUNICIPIOS	10 (Cinco se encuentran al 100% dentro de la Cuenca)
VEREDAS	142
CASCOS URBANOS	9
CENTROS POBLADOS	16
CAUCE PRINCIPAL	Río Pamplonita
LONGITUD DEL CAUCE	300,64 Km
AFLUENTES	Quebradas El Volcán, Monte dentro, Bataga, Agua Blanca,
PRINCIPALES	Chiracoca, Iscala, La Honda, Tascalera, Faustinería y Río Tachira
COTA MAXIMA	3.640 m.s.n.m
COTA MINIMA	51 m.s.n.m

GENERALIDADES DE LA CUENCA

Ilustración N° 006 Mapa de Cuenca del río Pamplonita

Elaboración propia, 2021 a partir de Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río pamplonita, 2014

CUENCA DEL RÍO PAMPLONITA

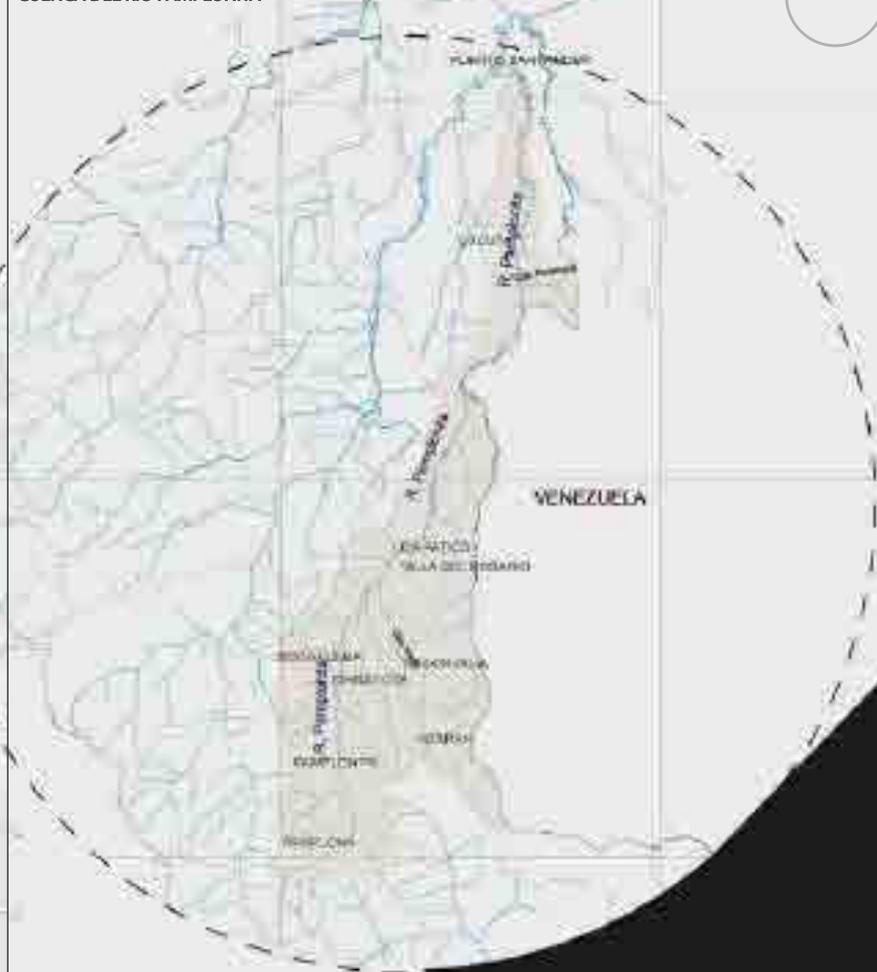


Ilustración N° 005 Mapa de Subdivisión de cuencas de Norte de Santander

Elaboración propia, 2021 a partir de Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río pamplonita, 2014

02

EVOLUCIÓN DE LA RED CAMINERA EN LA REGIÓN

CAMINOS ABORÍGENES

Los caminos indígenas encontrados por los españoles no eran utilizados para conectar grandes regiones, en territorios de alta montaña generalmente podían comunicar aldeas grandes con aldeas pequeñas en cada valle, así como a los diferentes valles entre sí.

Los escritos describen como en los primeros años de la Conquista y durante la Colonia existía una enorme dificultad en comunicar las diversas regiones del país. A mediados del siglo XVI los funcionarios españoles se quejaban continuamente de que la Colonia estaba prácticamente aislada en sus comunicaciones por tierra, como los caminos necesitaban un mantenimiento relativamente constante, muchos de estos se hicieron intransitables al poco tiempo de llegados los españoles.

Los estudios realizados a estos sistemas de caminos, divide con respecto a la escala de las redes de comunicación, los resultados obtenidos en estos cruces de estudios pueden ultimar que estos caminos más bien, unían áreas culturales relativamente cercanas, con fines de intercambio a corta distancia o el control autónomo de ecologías separadas por distancias cortas.



Ilustración N° 007 Modo de viajar
Caminos reales de Colombia, 1995. Tomado de: Viaje por la República de
Colombia, por G. T. Mollien, 1823.

CAMINO REAL Y EL ORIENTE COLOMBIANO

El camino real del oriente colombiano se integra siguiendo la ruta Santafé de Bogotá, Tunja, Bucaramanga, Pamplona y Cúcuta, con ramales hacia Cartagena de Indias y Venezuela; se extiende en la región del oriente colombiano, en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Santander y Norte de Santander. Este camino se ubica en la estructura geográfica de la cordillera de los Andes orientales, en un paisaje de montañas y mesetas, pequeños valles interandinos, hondonadas y cañones geográficos y multitud de paisajes minúsculos.

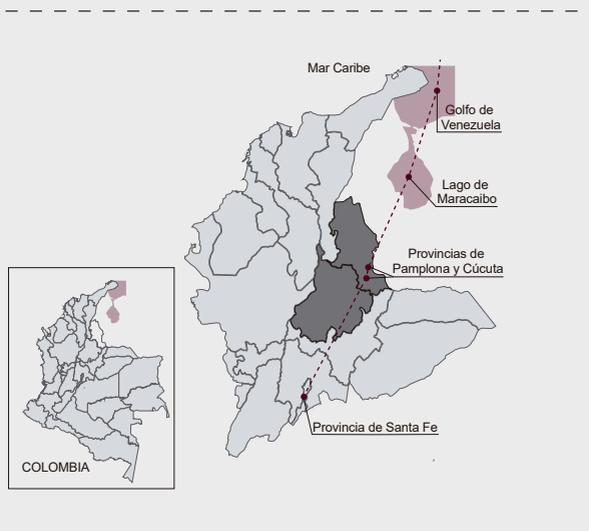


Ilustración N° 006 Mapa de trazado de la ruta a Maracaibo
Elaboración propia, 2021 a partir de cartografía del IGAC, 2018

Durante los siglos del coloniaje hispánico, las provincias de Santafé de Bogotá y Tunja fueron las más importantes en el interior del Nuevo Reino de Granada. La Provincia de Tunja comprendía los actuales territorios de Boyacá, Socorro (Santander), Pamplona a Norte de Santander), Mérida, San Cristóbal y tierras venezolanas hasta el lago de Maracaibo

DEPARTAMENTO DE BOYACÁ 1827



Ilustración N° 009 Mapa del Departamento de Boyacá 1827
Restrepo, Manuel. Historia de la Revolución de la República de Colombia 1827

RUTAS COLONIALES EN EL NORTE DE SANTANDER

Las rutas de la colonia que se trazaron en el actual norte de Santander descritas en el la publicación de Marciales describe la principal como la ruta de Maracaibo.

“Venía por el lago y entraba luego en champanes o en bongos, en un principio hasta el actual paso del corregimiento de la zulia, desde donde se distribuían los productos hacia Salazar, Cúcuta, Pamplona y el Reino; luego cuando el caudal de las aguas fluviales disminuyo, el puerto se bajo a punto que hoy llaman Falúa, al norte de la Zulia, y paulatinamente ha ido descendiendo al puerto de los Cachos, al San Buenaventura”

CAMINOS	PABLADOS	DISTANCIA EN LEGUAS	JORNADA
Camino de Los Callejones	OCAÑA LA CRUZ SAN PEDRO SALAZAR	22	3
Camino del Zulia	SALAZAR SANTIAGO SAN JOSE	9	2
Camino de Jurisdicciones	OCAÑA LA CRUZ JURISDICCIONES MATANZA	34	5
Camino de Cachiri	SALAZAR ARBOLEDA BAGUECHE CACHIRI RIONEGRO	20	3
Camino de Arboledas	SALAZAR LAS ARBOLEDAS ZULASQUILLA PAMPLONA	14	2
Camino de El Fical	SAN JOSE CHINACOTA CHOPO PAMPLONA	14	2
Camino de Vetás	PAMPLONA MUTISCUA VETAS MATANZA GIRON	25	4
Camino al Reino (o del Almorzadero)	PAMPLONA CACOTA CHITAGA CERRITO	18	2

Ilustración N° 010 Rutas reales de Norte de Santander
Elaboración propia, Marciales, 0 (1984)



Ilustración N° 011 Mapa de Rutas reales de Norte de Santander
Marciales, 0 (1984)

CONSTRUCCIÓN TÉCNICA DEL CAMINO REAL

La red de caminos va evolucionando, en forma que se desarrolla un territorio, los caminos reales no son la excepción, una de las primeras descripciones técnicas y de ingeniería aplicada a los caminos reales ejecutadas en el territorio nacional puede evidenciarse en el del año xxxx,

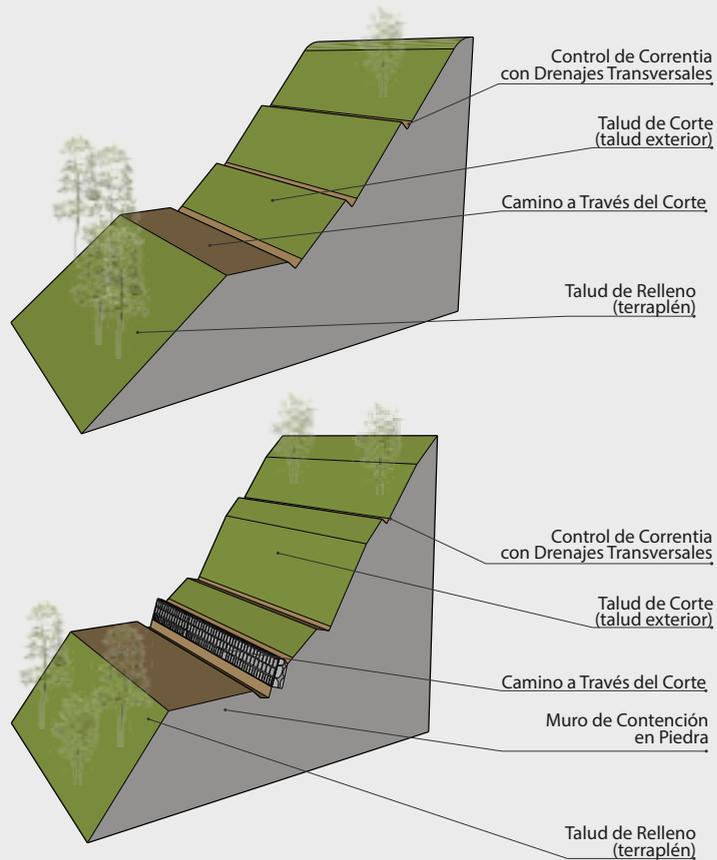


Ilustración N° 012 Construcción Técnica del camino Real
Elaboración propia, 2021 a partir de plano para demostrar la nueva vía de Bogotá ha Honda



Ilustración N° 013 Plano para demostrar la nueva vía de Bogotá ha Honda
Plano para demostrar la nueva vía de Bogotá ha Honda



EL FERROCARRIL



EL FERROCARRIL EN COLOMBIA

los aspectos determinantes que animaron a los gobernantes colombianos a impulsar en el país la construcción de vías férreas que permitieran comunicar las distintas regiones y a buscar rutas internacionales, estaban influenciadas en la construcción de nuevos caminos y la popularidad de la que gozaba el ferrocarril a mediados del siglo XIX en Europa y Estados Unidos, en una época donde las principales ciudades del mundo ya contaban con un desarrollado sistema que comunicaba grandes ciudades y transportaba toneladas de productos.

Colombia no fue ajena a toda esta revolución: ya en 1835, sólo 10 años después de establecida la primera línea comercial en Inglaterra, el Congreso colombiano expidió la primera ley que trataba de concesiones ferrocarrileras otorgadas a los cantones de Panamá y Portobello para desarrollar un ferrocarril que uniera los océanos Atlántico y Pacífico, obra llevada a cabo entre 1.850 y 1.855, financiada por capital privado norteamericano.

Diez años después, ya para 1.865, se iniciaron una serie de líneas en el interior del país, comenzando en Barranquilla, Cúcuta, Medellín, Pacífico, Santa Marta, La Dorada, sabana de Bogotá y Girardot, las cuales en su gran mayoría fueron financiadas por la nación (50%), los privados (30%), departamentos (13%) y el resto por asociaciones mixtas. La financiación de muchas de dichas obras se efectuó haciendo emisión de dinero.

Claro está que la mayoría de los ferrocarriles colombianos sufrieron problemáticas de, financiaciones onerosas, errores técnicos, tardanzas inexplicables, corrupción, entre otros.

EL FERROCARRIL EN CÚCUTA

El desarrollo de la producción de café, está vinculada directamente con historia del ferrocarril de Cúcuta, ya que era necesario encontrar la manera más eficiente de llevar con rapidez las grandes cantidades del grano que llegaban a Cúcuta, principal centro de acopio de la región. este sistema de transporte le dio un respiro al comercio, ya que las mulas que eran antes de la llegada del ferrocarril el medio de transporte utilizado para llevar la carga desde Cúcuta a Puerto Villamizar, no eran suficientes para cubrir con la industria cafetera que estaba en plena expansión, con la llegada de la línea férrea ubo un estímulo económico en la región, ya que brindaba a los productores tranquilidad para ampliar la superficie cultivada.

La creación del ferrocarril genero cambios en la geografía de las zonas aledañas por donde pasaba el tren. este fenómeno ocasiono permutaciones desde ambas posturas del progreso, ya que por una parte era posible transportar productos y comunicar regiones, y por otra, se empezó a poblar y a cultivar gran cantidad de terrenos que estaban salvajemente en su estado natural y que a partir de la repartición de las zonas que económicamente no producían nada, se tornaron productivas.

Toda la producción agrícola que llegaba a Cúcuta por tren, venía de esta experiencia agraria que amplió sus fronteras desde las márgenes orientales del río Táchira hasta el Valle del Zulía al occidente y desde el norte en Puerto Santander, hasta el sur donde comienza la provincia de Pamplona. La apertura de vías que promoviera el tránsito hacia el vecino país de Venezuela era una inminente necesidad, ya que las que había se encontraban en muy malas condiciones para el transporte de mercancías

En la construcción del ferrocarril de Cúcuta, se ejecutaron tres rutas diferentes que funcionaron enlazando la ciudad con otros núcleos

Línea Norte

Partía desde la estación Cúcuta hasta la estación de Puerto Santander con una longitud de 60 km. Esta línea se conectaba con el ferrocarril venezolano del Táchira y llegaba hasta el punto denominado La Grita- Encontrados, con un recorrido total de 160 km. Estuvo en funcionamiento desde 1888 hasta 1960

Línea de la Frontera

Partía desde la Estación Cúcuta hasta la estación de Villa del Rosario en la frontera con Venezuela. Su recorrido era de 16 km. y se mantuvo activa desde 1893 hasta 1933.

Línea del Sur

Funcionó desde 1924 hasta 1936. Partía desde la estación de Cúcuta hasta la estación de Tesuca (El Diamante), con una longitud de 43 km



Ilustración N° 016 Estación de La Donjuana, línea sur
El Ferrocarril



Ilustración N° 015 Estación de Bochalema, línea sur
El Ferrocarril

Estaciones y Paraderos del Ferrocarril de Cúcuta

Línea Norte

- | Cúcuta
- | Salado
- | Patillales
- | Guayabal
- | Aguablanca
- | Oripaya
- | Arenosa
- | Edén
- | Altoviento
- | Tarra
- | Aguaclara
- | Javilla
- | Puerto Villamizar



- | Rosetal
- | San Luis
- | Escobal
- | Boconó
- | Lomitas
- | Villa del Rosario
- | Frontera

Línea de la Frontera

- | Cúcuta
- | Moros
- | Esmeralda
- | La Donjuana
- | El Raizon
- | Bochalema
- | Calaluna
- | Tesuca

Ilustración N° 017 Esquema de paraderos y estaciones del ferrocarril de Cúcuta
Elaboración propia, 2021 a partir del ferrocarril de Cúcuta 1876- 1960: expresión de unos cambios regionales (2012)

Línea del Sur

- ★ ESTACIONES
- ▬ CENTROS POBLADOS
- LÍNEA SUR
- RÍOS PRINCIPALES
- VÍA ACTUAL PAMPLONA – CÚCUTA
- - - LÍNEA DE FRONTERA CON VENEZUELA
- LIMITE MUNICIPAL

MAPA DEL FERROCARRIL DE CÚCUTA - LÍNEA SUR

Ilustración N° 018 Mapa de la Línea Sur del Ferrocarril de Cúcuta
Elaboración propia, 2021 a partir de cartografía del IGAC, 2018



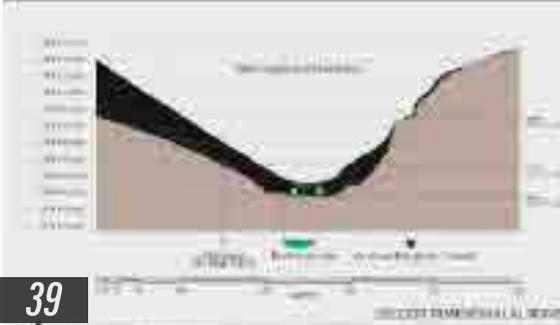
LA MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA VIAL EN EL SIGLO XIX
(LÍNEA SUR, LA DONJUANA KM – 23)

Ilustración N° 019 Modernización de la red caminera del siglo XIX
Elaboración propia, 2021 a partir de cartografía del IGAC, 2018

Gráfica Temporal



Peñas Blancas



La figura muestra la fase inicial de planeación del proyecto de camino para la vía férrea, de la línea sur Pamplona - Cucúta se realiza el trazado inicial por el margen derecho del río pamplonita, realizando el descapote y limpieza sobre el área de proyección.

En la figura se modela la segunda fase del proyecto, donde se realiza la excavación de la ladera y la perforación del lecho rocoso, generando taludes exteriores y cortes de roca. Con el retiro de volúmenes de tierra y roca excavada, se realizan taludes de relleno, en secciones del camino para evitar el desborde de la calzada.

En la figura se modela la segunda fase del proyecto para la vía férrea, donde se realiza la excavación de la ladera y la perforación del lecho rocoso, generando taludes exteriores y cortes de roca. Con el retiro de volúmenes de tierra y roca excavada, se realizan taludes de relleno, en secciones del camino para evitar el desborde de la calzada.

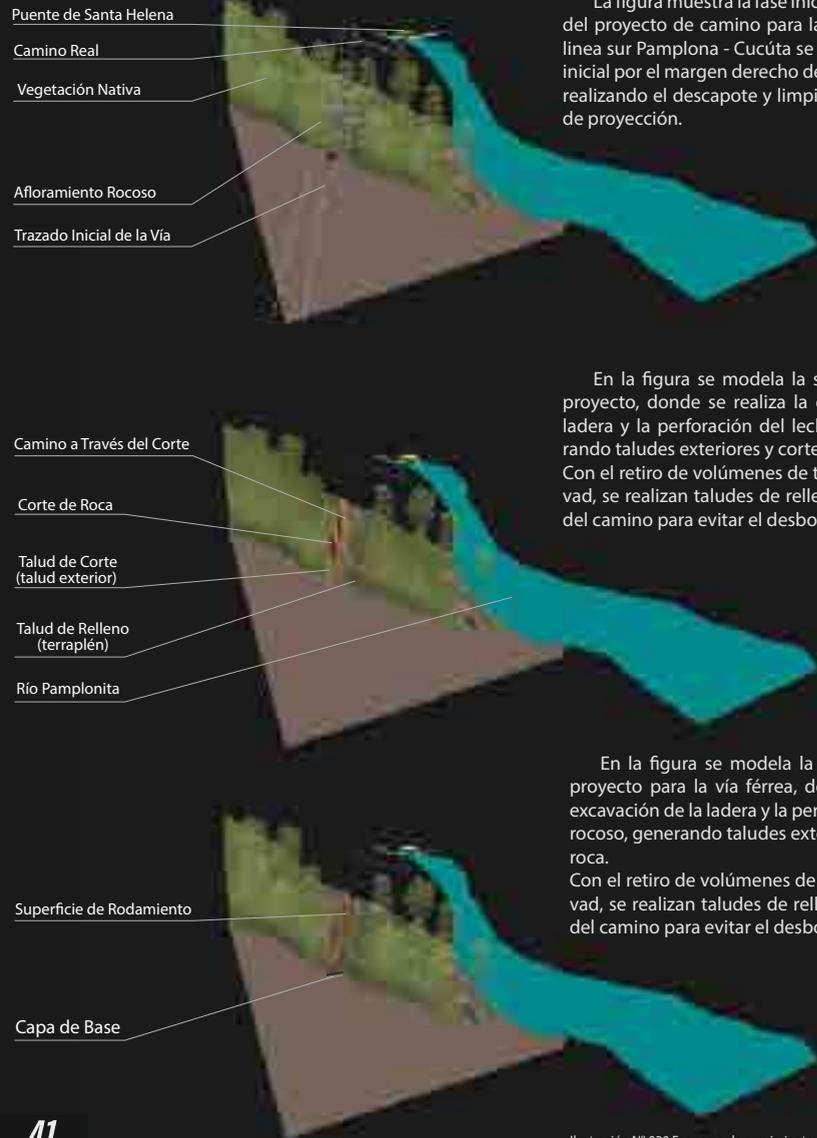


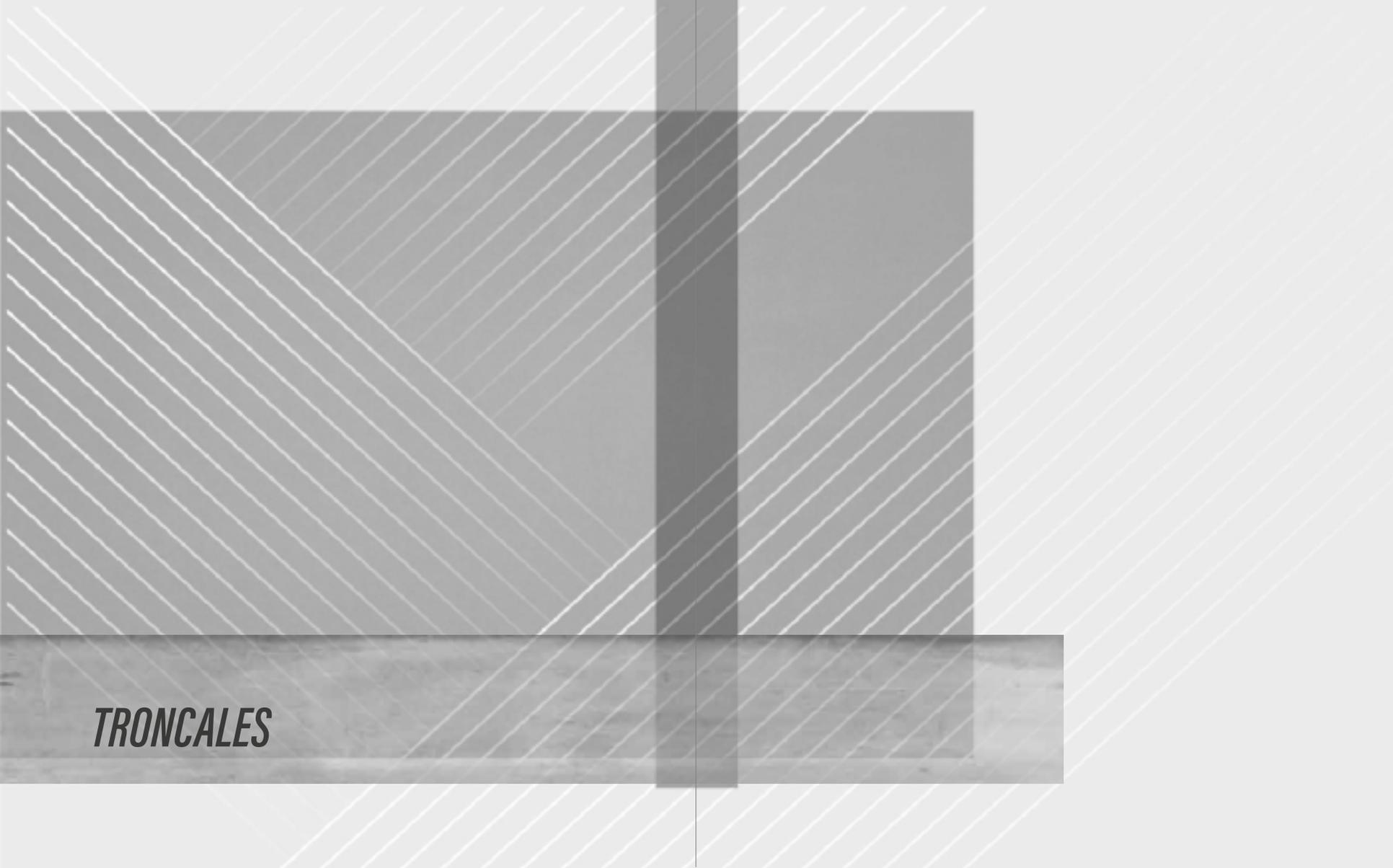
Ilustración N° 020 Esquema de movimiento de tierra
Elaboración propia, 2021



Ilustración N° 021 Ferrocarril de la Sabana - La Tribuna, Cundinamarca (1927)
El Ferrocarril



Ilustración N° 022 Estado actual Línea Sur - Km 26 + (2020)
El Ferrocarril



TRONCALES

TRONCAL CENTRAL DEL NORTE

Durante los siglos del coloniaje hispánico, las provincias de Santafé de Bogotá y Tunja, fueron las más importantes en el interior del Nuevo Reino de Granada. La Provincia de Tunja comprendía los actuales territorios colombianos de Boyacá, Socorro (Santander) y Pamplona (Norte de Santander).

El camino real en el centro-oriental del Nuevo Reino de Granada partía de Santafé de Bogotá, seguía la vía a Tunja y continuaba por Soatá y Tipacoque a Capitanejo y Málaga (Santander), hasta llegar a Pamplona, Cúcuta y Mérida (Venezuela); este camino culminaba en Caracas.

El presidente Tomás Cipriano de Mosquera en su cuatrienio gubernamental de 1845 a 1849 se preocupó por la construcción de los caminos de la Nueva Granada. En su gobierno se aprobó el Plan Vial Mosquera, mediante la ley del 7 de mayo de 1845, sobre caminos nacionales. Uno de los caminos nacionales que se aprobó fue el de Bogotá-Chocontá-Tunja-Tipacoque-Capitanejo-Almorzadero-Pamplona-Puerto de los Cachos y San Buenaventura en el Zulia.

A partir de 1905, el presidente Rafael Reyes, natural de Boyacá, impulsó la construcción de la carretera Central del Norte, llevándola hasta su ciudad natal, Santa Rosa de Viterbo, en un trayecto de 230 kilómetros, dejándola apropiada para el tránsito de automóviles. Los caminos coloniales se fueron convirtiendo en carreteras.

En un informe del Ministerio de Obras Públicas de 1916 se comunica sobre los tramos en construcción de esta carretera: en Boyacá ya estaba completamente construida en Tunja y alrededores, en construcción la vía en dirección a Soatá, pasando por La Paz, Sátiva y Susacón.

En Santander se trabajaba en la carretera entre Capitanejo y Málaga; y en Norte de Santander, la carretera entre Pamplona y Cúcuta. En Cundinamarca, la carretera Central del Norte tenía construidos en su totalidad los 115 kilómetros.



Ilustración N° 026 Red de carreteras nacionales 1943
Ministerio de obras Públicas

CARRETERAS DE CUARTA GENERACIÓN

Los sistemas de transporte ha sido una necesidad desde siempre, los seres humanos desde sus primeros asentamientos han buscado diferentes formas de conexiones y movilidad más fáciles en busca de satisfacer las necesidades temporales.

Con el paso del tiempo estos sistemas han ido cambiando según las necesidades y exigencias de la población en busca de mejores condiciones de movilidad comercial e individual al tiempo que busca resolver los problemas acarreados desde la compleja articulación de la geografía, la economía, la sociedad y las políticas institucionales del Estado.

Esta relación se produce en diferentes escenarios físico-temporales, En primer lugar, el impacto en las redes de comunicación y la relación de una población y unas regiones dispersas en un espacio geográficamente diverso; en segundo lugar, la estimulación del sector industrial; en tercer lugar, el atraso o avance de nuestros medios de transporte a raíz de la inestabilidad política y el interés particular de los gobiernos; y por último, el crecimiento urbano.

Las carreteras de cuarta generación son un programa de infraestructura vial en Colombia que plantea la construcción y operación en concesión de carreteras, que incluyen doble calzadas, túneles, en más de 40 nuevas concesiones. Su objetivo principal es mejorar la competitividad del país, disminuyendo el costo y tiempos de transporte de personas y, en especial, de carga, desde los puntos de manufactura hasta los puertos de exportación.

Con esto se busca un mejoramiento en el atraso de infraestructura vial que ha sufrido el país durante décadas, y que ha impactado directamente la competitividad, el transporte de personas y bienes, e incluso, el acceso a regiones alejadas y la presencia del Estado en dichas regiones.



Ilustración N° 027 La variante que empieza en Floridablanca kilómetro 8 de la vía a Cúcuta
Foto: Jaime del Río/VANGUARDIA LIBERAL

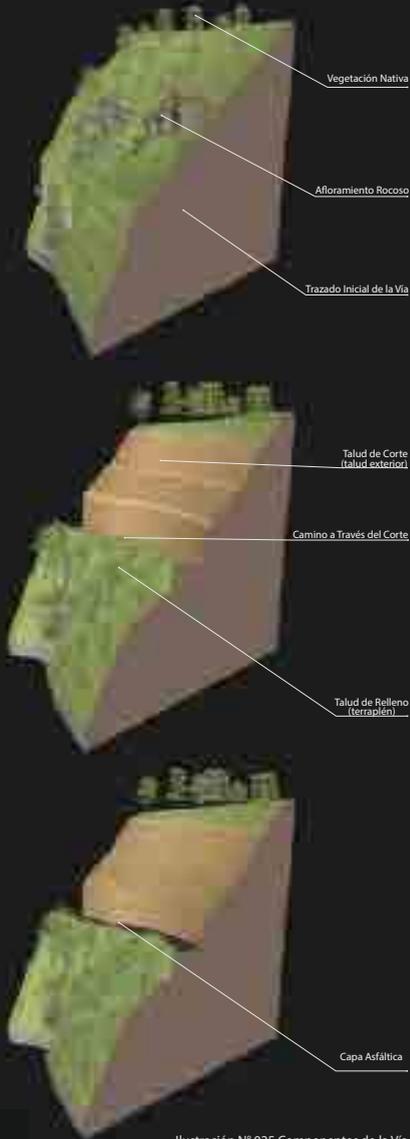


Ilustración N° 025 Componentes de la Vía
Elaboración propia, 2021



Ilustración N° 026 Curva Peñas Blancas, Vía Pamplona - Cúcuta
KM 55 (2021)
Elaboración propia, 2021

Los sistemas modernos en la infraestructura vial, van evolucionando, y cada vez se obtienen manejos más eficaces en el comportamiento estructural y funcional de las nuevas vías, el sistema de estabilización de taludes aplicado se pueden utilizar para estabilizar prácticamente cualquier tipo de talud, ya sea roca o material suelto, el concreto proyectado, y los anclajes, se han convertido en el sistema por excelencia en el proyecto de vías de cuarta generación en el territorio colombiano.



Ilustración N° 027 La variante que empieza en Floridablanca kilómetro 8 de la vía a Cúcuta
Foto: Jaime del Río/VANGUARDIA LIBERAL

SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

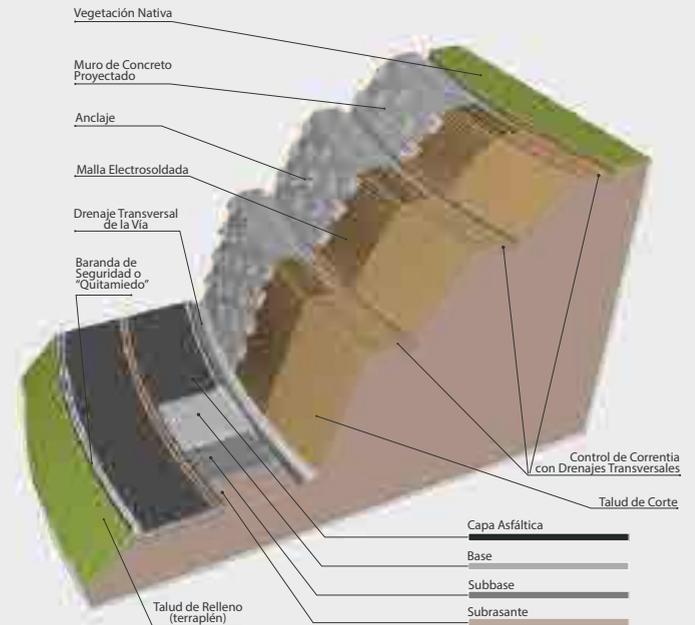


Ilustración N° 028 Sistema de Estabilización de taludes
Elaboración propia, 2021



***II - LÓGICA DE EMPLAZAMIENTO Y SISTEMAS
CONSTRUCTIVOS DE LOS PUENTES***



Ilustración N° 031 Panorámica de Pamplonita
Periódico digital la opinión, 2018

En los primeros años de colonización surgen puentes a partir de la necesidad de generar caminos de conexión regional buscando adecuar las condiciones de movilidad, al tiempo que se facilitaban los procesos y actividades de agroexportación, esta necesidad se hacía cada vez más evidente ya que el territorio se encontraba desarticulado, puesto que los caminos indígenas encontrados por los españoles, no unían grandes extensiones de tierra, y falta de mantenimiento estas calzadas aborígenes a pocos años de la colonización se hicieron casi intransitables. La recolección de casos de puentes en este período, tienen como constante la construcción de puentes de arco, ingeniería traída desde España, que tiene sus orígenes, de los antiguos romanos que aplicaron el principio del arco de medio punto en diferentes estructuras, como puentes, acueductos, coliseos entre otros.

Sobre el suelo urbano de Pamplona se erigieron puentes de gran importancia, como el puente Granada o el puente Bolívar, a pocos kilómetros podemos encontrar el puente de Potosí, en el municipio de Pamplonita, otros ejemplares en los santanderes de los que se tienen evidencias, son el puente Grande en Barichara, o el puente del Topón en Mutiscua, estas estructuras eran concebidas a partir de arcos de medio punto, con luces cortas entre los 4 a 8 metros.



Ilustración N° 032 Panorámica del Pamplona
Fotografía de mapio.net

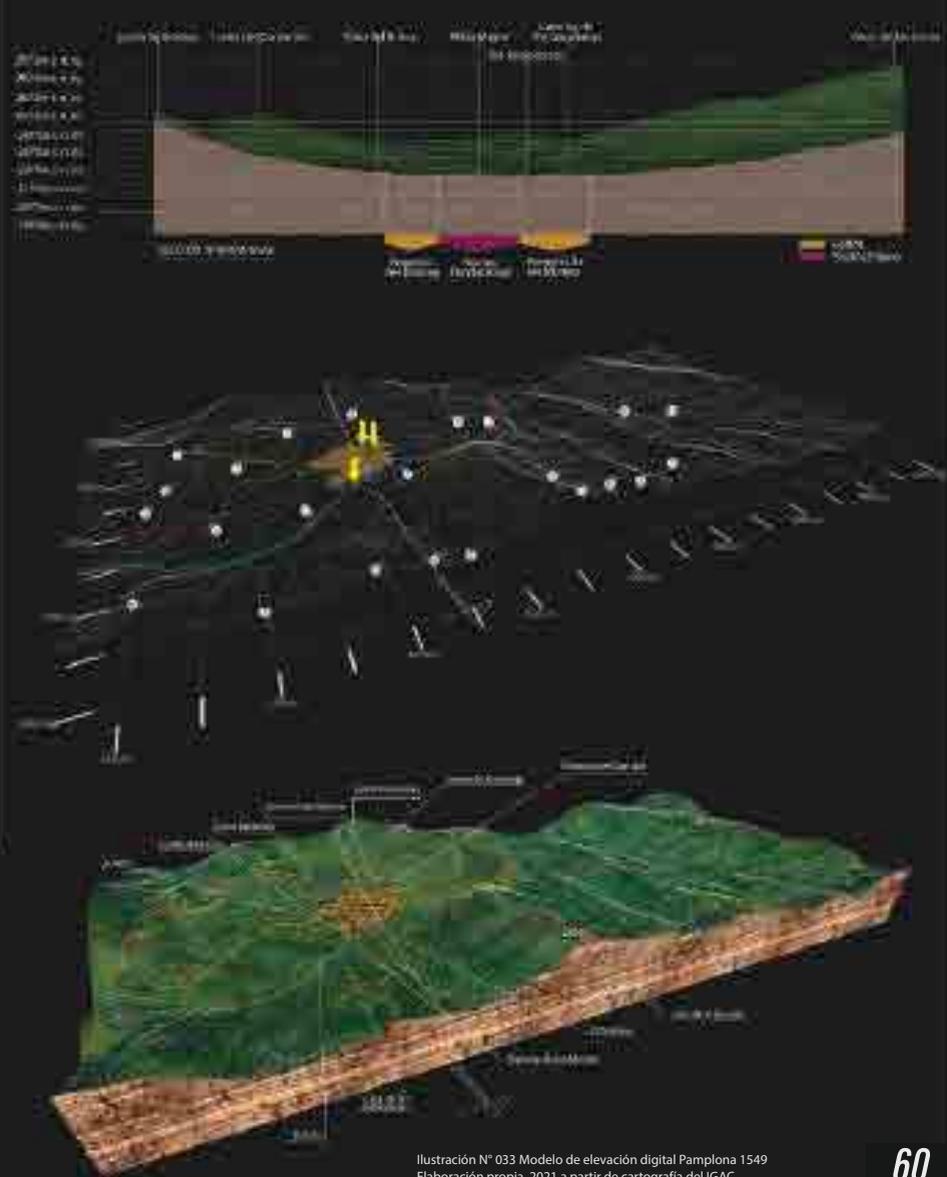
LOCALIZACIÓN DE LOS PUENTES: PAMPLONA Y PAMPLONITA

Lógica de Emplazamiento Pamplona 1549



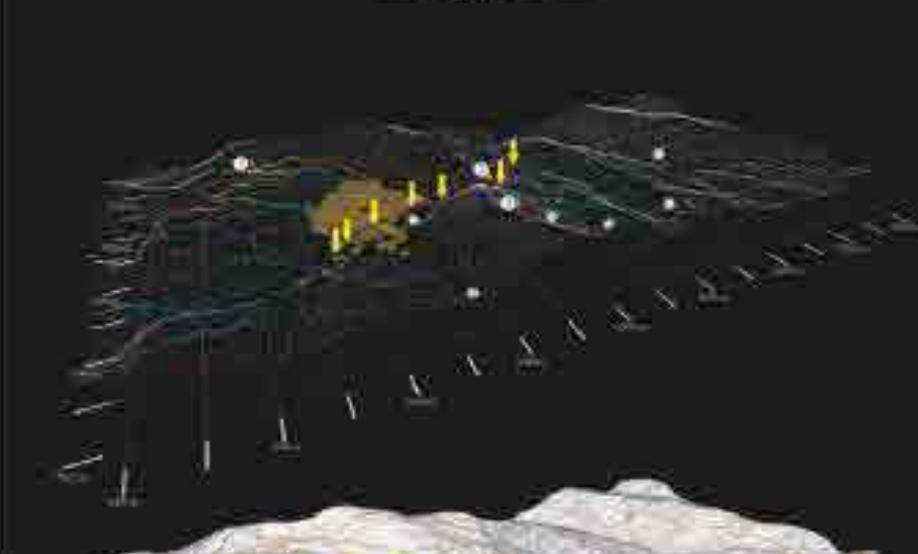
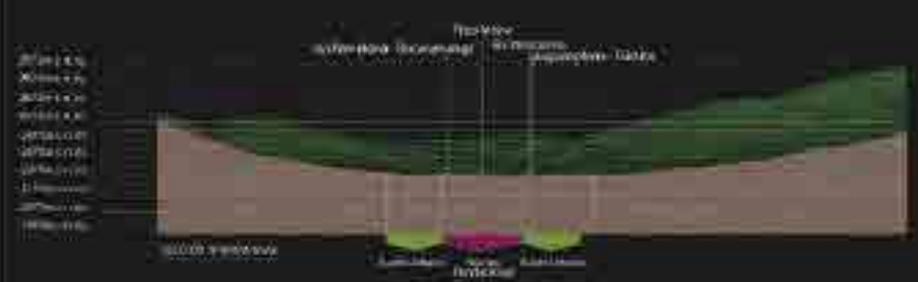
El modelo de elevación digital muestra el trazado inicial de la ciudad de Pamplona, fundada el 1 de noviembre de 1549, el plano original de la ciudad estaba conformado por 38 manzanas y cada una de estas subdividida en su mayoría en cuatro patrimonios pertenecientes a cada familia de la época, de igual manera se erigieron inmuebles de interés público como la iglesia matriz, el cabildo y la casa de las cajas reales entre otros.

El suelo urbano se erigió sobre márgenes de fuentes hídricas de importancia, por el norte el Río Chiquito, por el sureste el Río Pamplonita y a su vez una gran cantidad de quebradas que desembocan sobre este. La ciudad se encuentra rodeada de montañas y se asienta sobre el valle del Espíritu Santo.



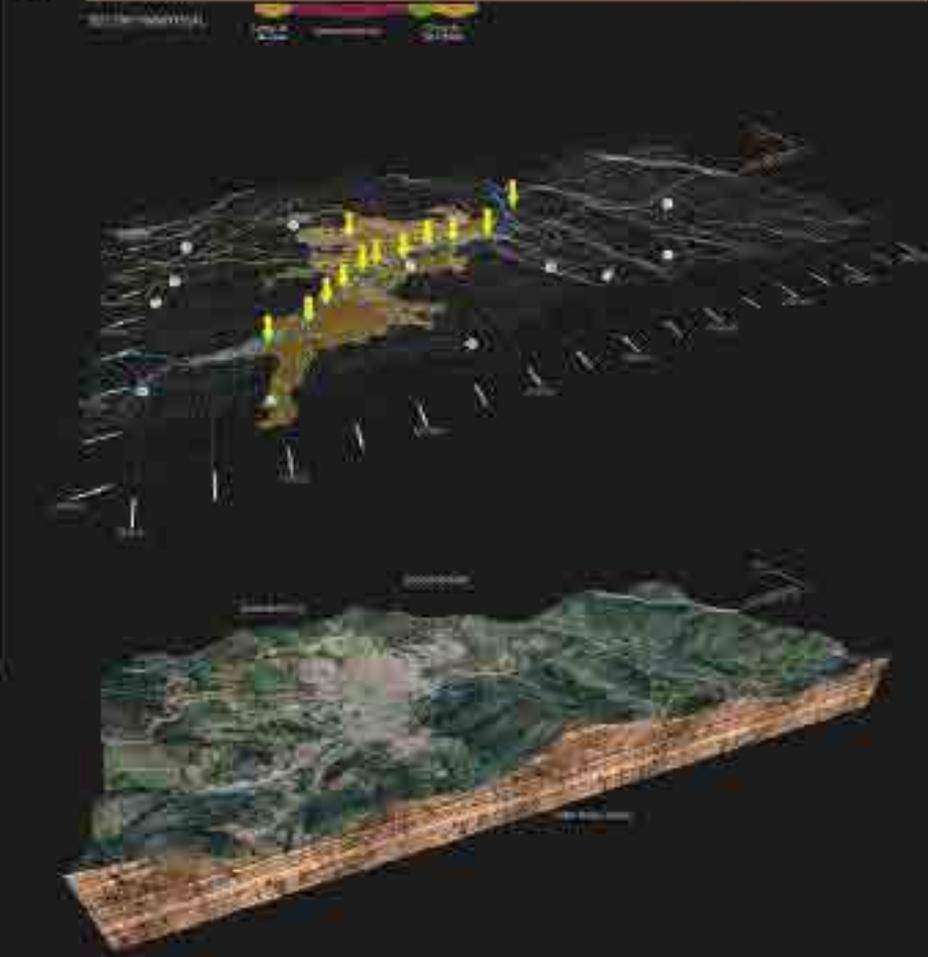
USO DEL SUELO	ESTRATEGIA	TIPO DE MANZANA
38 manzanas de origen	1. Eje Principal	1. Manzana de origen
Manzanas de origen	2. Eje Secundario	2. Manzana de origen
Manzanas de origen	3. Manzana de origen	3. Manzana de origen
Manzanas de origen	4. Manzana de origen	4. Manzana de origen
Manzanas de origen	5. Manzana de origen	5. Manzana de origen
Manzanas de origen	6. Manzana de origen	6. Manzana de origen
Manzanas de origen	7. Manzana de origen	7. Manzana de origen
Manzanas de origen	8. Manzana de origen	8. Manzana de origen
Manzanas de origen	9. Manzana de origen	9. Manzana de origen
Manzanas de origen	10. Manzana de origen	10. Manzana de origen
Manzanas de origen	11. Manzana de origen	11. Manzana de origen
Manzanas de origen	12. Manzana de origen	12. Manzana de origen
Manzanas de origen	13. Manzana de origen	13. Manzana de origen
Manzanas de origen	14. Manzana de origen	14. Manzana de origen
Manzanas de origen	15. Manzana de origen	15. Manzana de origen
Manzanas de origen	16. Manzana de origen	16. Manzana de origen
Manzanas de origen	17. Manzana de origen	17. Manzana de origen
Manzanas de origen	18. Manzana de origen	18. Manzana de origen
Manzanas de origen	19. Manzana de origen	19. Manzana de origen
Manzanas de origen	20. Manzana de origen	20. Manzana de origen
Manzanas de origen	21. Manzana de origen	21. Manzana de origen
Manzanas de origen	22. Manzana de origen	22. Manzana de origen
Manzanas de origen	23. Manzana de origen	23. Manzana de origen
Manzanas de origen	24. Manzana de origen	24. Manzana de origen
Manzanas de origen	25. Manzana de origen	25. Manzana de origen
Manzanas de origen	26. Manzana de origen	26. Manzana de origen
Manzanas de origen	27. Manzana de origen	27. Manzana de origen
Manzanas de origen	28. Manzana de origen	28. Manzana de origen
Manzanas de origen	29. Manzana de origen	29. Manzana de origen
Manzanas de origen	30. Manzana de origen	30. Manzana de origen
Manzanas de origen	31. Manzana de origen	31. Manzana de origen
Manzanas de origen	32. Manzana de origen	32. Manzana de origen
Manzanas de origen	33. Manzana de origen	33. Manzana de origen
Manzanas de origen	34. Manzana de origen	34. Manzana de origen
Manzanas de origen	35. Manzana de origen	35. Manzana de origen
Manzanas de origen	36. Manzana de origen	36. Manzana de origen
Manzanas de origen	37. Manzana de origen	37. Manzana de origen
Manzanas de origen	38. Manzana de origen	38. Manzana de origen

Lógica de Emplazamiento Pamplona 1963



USO DEL SUELO	EDIFICIOS	USO DE LA PLAZA
<ul style="list-style-type: none"> 30 m de ancho de calle 15 m de ancho de calle 10 m de ancho de calle 5 m de ancho de calle 2 m de ancho de calle 1 m de ancho de calle 0,5 m de ancho de calle 0,2 m de ancho de calle 0,1 m de ancho de calle 0,05 m de ancho de calle 0,02 m de ancho de calle 0,01 m de ancho de calle 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Edificio de 10 m de altura 2. Edificio de 15 m de altura 3. Edificio de 20 m de altura 4. Edificio de 25 m de altura 5. Edificio de 30 m de altura 6. Edificio de 35 m de altura 7. Edificio de 40 m de altura 8. Edificio de 45 m de altura 9. Edificio de 50 m de altura 10. Edificio de 55 m de altura 11. Edificio de 60 m de altura 12. Edificio de 65 m de altura 13. Edificio de 70 m de altura 14. Edificio de 75 m de altura 15. Edificio de 80 m de altura 16. Edificio de 85 m de altura 17. Edificio de 90 m de altura 18. Edificio de 95 m de altura 19. Edificio de 100 m de altura 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Edificio de 10 m de altura 2. Edificio de 15 m de altura 3. Edificio de 20 m de altura 4. Edificio de 25 m de altura 5. Edificio de 30 m de altura 6. Edificio de 35 m de altura 7. Edificio de 40 m de altura 8. Edificio de 45 m de altura 9. Edificio de 50 m de altura 10. Edificio de 55 m de altura 11. Edificio de 60 m de altura 12. Edificio de 65 m de altura 13. Edificio de 70 m de altura 14. Edificio de 75 m de altura 15. Edificio de 80 m de altura 16. Edificio de 85 m de altura 17. Edificio de 90 m de altura 18. Edificio de 95 m de altura 19. Edificio de 100 m de altura

Lógica de Emplazamiento Pamplona 2021



USO DEL SUELO	USO DEL SUELO	USO DEL SUELO
30 m de Franja Costera	1. E. A. Propiedad	1. Urbanización - Residencial
50 m de Franja Costera	2. E. A. Calle	2. Urbanización - Comercio
100 m de Franja Costera	3. D. A. Calle	3. Urbanización - Industria
Urbanización	4. D. A. Calle	
Urbanización (residencial)	5. D. A. Calle	
Urbanización (comercial)	6. D. A. Calle	
Urbanización (industrial)	7. D. A. Calle	
Urbanización (oficinas)	8. D. A. Calle	
Urbanización (activos)	9. D. A. Calle	
Urbanización	10. D. A. Calle	
	11. D. A. Calle	
	12. D. A. Calle	
	13. D. A. Calle	
	14. D. A. Calle	
	15. D. A. Calle	
	16. D. A. Calle	
	17. D. A. Calle	
	18. D. A. Calle	
	19. D. A. Calle	
	20. D. A. Calle	

04

PUENTES DE ARCO

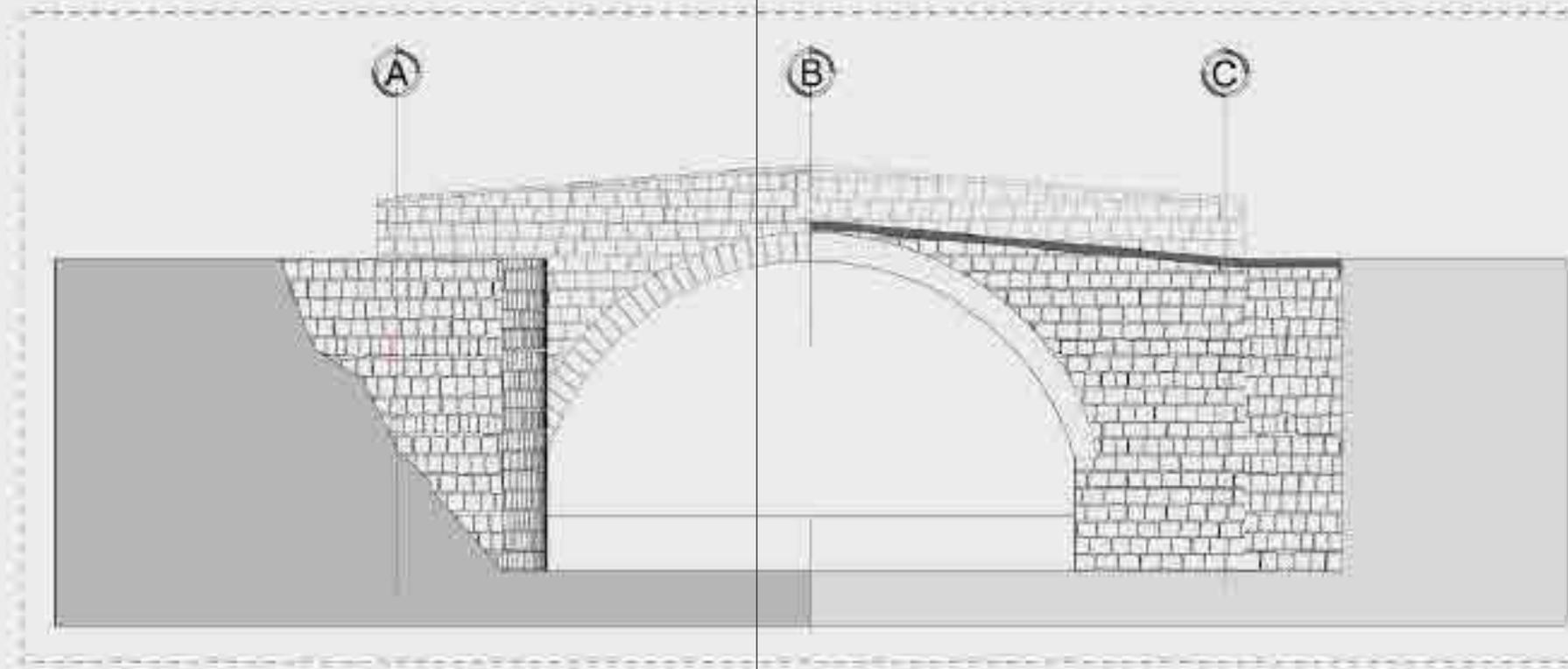


Ilustración N° 038 Corte – Fachada de puente de arco, Puente Potosí en Pamplonita
Elaboración propia, 2021

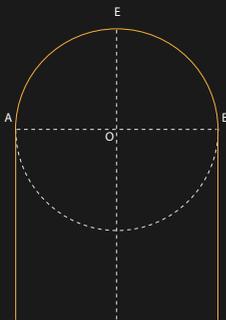
PUENTES DE ARCO DE OBRA DE FABRICA

Puente constituido exclusivamente con materiales pétreos ya sea utilizando piezas aparejadas -sillería, sillarejo, mampostería, ladrillo-, o utilizando hormigón en masa, moldeado en obra o en taller.

Los dos componentes básicos en un puente arco de obra de fábrica son el arco o bóveda y el relleno. El arco es el elemento resistente por excelencia y el relleno, que también cumple funciones resistentes, tiene como misión principal la de proporcionar la altura de tierras suficiente para materializar una superficie horizontal (calzada) por donde ha de transcurrir el tráfico.

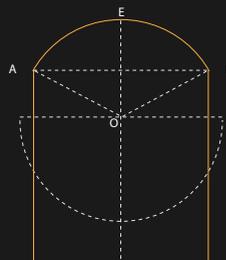
Arco de medio punto o redondo

Arco en el que la relación flecha/luz de un medio de (1/2), la gran mayoría los arcos romanos son semicirculares, su flecha OE es igual a la semiluz OA u OB



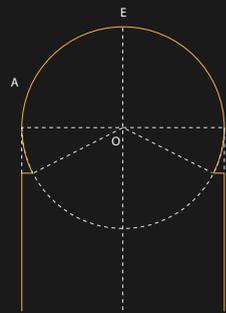
Arco rebajado o de segmento

Está formado por un arco de circunferencia de flecha menor a la semiluz. Por lo tanto, su centro estará por debajo de la línea de arranque A-B.



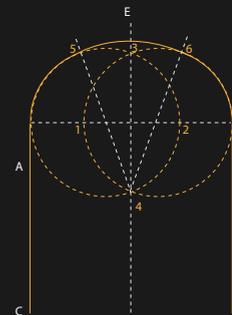
Arco de herradura

Es un arco de circunferencia de más de 180°, cuyo centro se halla más arriba de la línea de arranque. De radio igual a la semiluz, o algo menor que ésta (nunca mayor), el arco arranca desde unos puntos interiores a los de arranque, pero situados en la misma línea, por lo que los salmeres están en voladizo. Su forma es de herradura (de ahí su nombre), y es característica de la arquitectura visigoda y árabe en España.



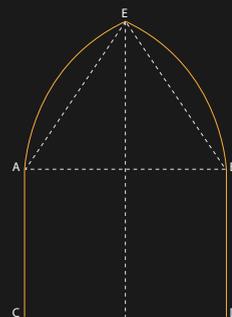
Arco elíptico

Es un arco de forma semi-elíptica. Si se puede elegir libremente la flecha, puede trazarse una curva muy aproximada a la semi-elipse, de ejes en relación 3 a 4, mediante tres arcos de circunferencia



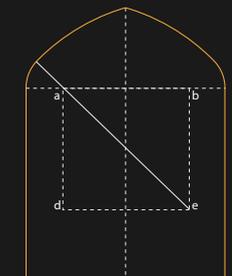
Arco ojival o apuntado

Es el arco típico del estilo gótico. Está formado por dos arcos de circunferencia iguales, de radio mayor que la semiluz, cuyos centros se sitúan simétricamente sobre la línea de arranque. Cuando los centros de los otros arcos, hallándose sobre los arranques, se obtiene el arco OJIVAL EQUILATERO, por serlo el triángulo AEB.



Arco agudo

Es un arco parecido al Tudor Español, pero más agudo, debido a que los arcos de circunferencia tangentes a los estribos tienen el radio menor que un cuarto de la luz. Para trazarlo, se elegirán los centros a y b a menor distancia de los arranques que un cuarto de la luz y sobre a-b se construye el cuadro a-b-c-d; d y c serán los centros de los otros arcos, hallándose el punto de tangencia sobre las prolongaciones de las diagonales del cuadrado. Cuanto más pequeños se eligen los radios primeros, más alta resultará la flecha y más agudo el arco.



ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LOS PUENTES

ARCO DE OBRA DE FÁBRICA

El arco o bóveda es el principal elemento resistente del puente. Tiene dos propiedades generales dentro de la función resistente que realiza: trabaja por forma y está constituido por materiales que no son capaces de resistir tracciones.

La luz es un parámetro fundamental en los puentes arco de obra de fábrica, ya que afecta conceptualmente al funcionamiento estructural de la bóveda y delimita la dominancia de la carga permanente frente al resto de acciones. Así, mientras que en los puentes de pequeña luz las sobrecargas resultan condicionantes, en los puentes de gran luz la carga muerta y el peso propio son las cargas más importantes y por lo tanto pasan a ser críticas.

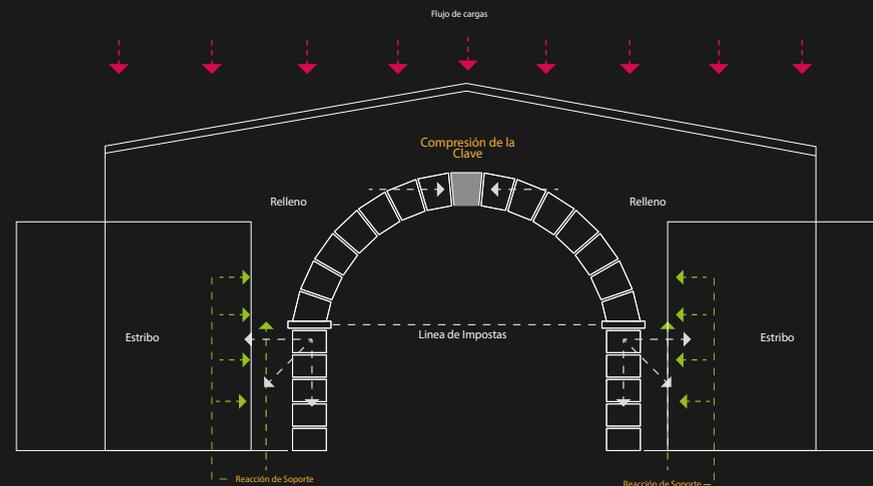
El comportamiento estructural del relleno suelto puede separarse en tres funciones, todas ellas de gran importancia para la resistencia del puente en su conjunto; éstas se suman a su función formal de proporcionar una superficie horizontal de paso.

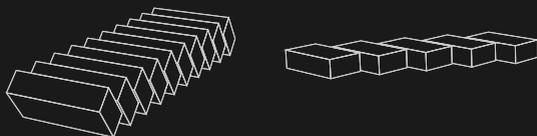
La primera función estructural, la más básica, es la de gravitar sobre la bóveda como carga muerta. De ese modo, el peso del relleno genera una precompresión centrada en el arco, de modo que se compensan hasta cierto punto las posibles tracciones que tienden a generar las sobrecargas concentradas, que alejan la forma de la bóveda de la antifunicularidad ante las acciones aplicadas.

En segundo lugar, el relleno transmite y reparte las cargas aplicadas en la superficie de rodadura hasta el trasdós de la bóveda atenuando de nuevo el efecto local de las cargas. Por último, desarrolla, como resultado de la deformación en el arco, tensiones tangenciales y empujes en el interfaz entre la bóveda y el relleno que estabilizan la estructura.

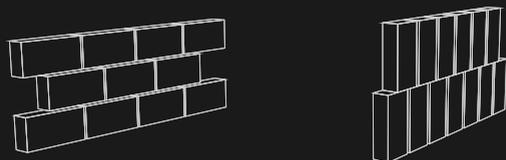
El efecto estructural del relleno cementado recibe un tratamiento diferente al del relleno suelto. La presencia de una mayor rigidez en los arranques modifica sustancialmente el comportamiento del puente arco. Esta zona más cementada y más rígida tiene unas propiedades mecánicas semejantes a las del arco, de la pila o del estribo.

Ilustración N° 048 Cargas que actúan en un puente de arco
Elaboración propia, 2021 a partir de Análisis estructural de puentes arco de fábrica.

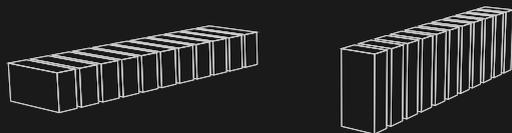




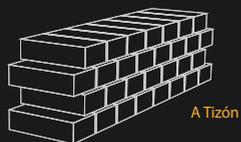
A Triscadas



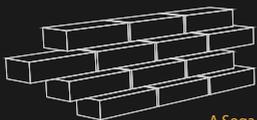
(Horizontal) A Panderete (Vertical)



(Horizontal) A Sardinel (Vertical)



A Tizón



A Soga

Ilustración N° 040 Aparejos de Mampostería
Elaboración propia, 2021 a partir de Vocabulario de Ingeniería de Puentes 2015

APAREJOS DE MAMPOSTERÍA

Los aparejos son la disposición enlace de los elementos utilizados en la construcción de una fábrica de ladrillo o de piedra, diversidad de estos ejemplos pueden evidenciarse en los puentes encontrados en el aérea de estudio.

Disposición triscada: Aquella en la que, en cualquiera de las posiciones anteriores, las piezas se colocan inclinadas formando un ángulo normalmente de 45° a 60°, quebrando su paramento o su coronación.

Disposición a panderete: Cuando apoyada la pieza sobre su testa o su canto, las tablas definen el trasdós e intradós del elemento. Existen también las variantes horizontal y vertical.

Disposición a sardinel: Cuando, apoyada la pieza sobre su testa o su canto, la tabla es normal al paramento.

Disposición a tizón: Cuando, apoyada la pieza sobre su tabla, la testa es paralela al paramento, resultando las dimensiones de tizón paralelas al mismo.

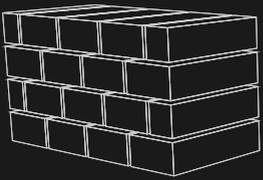
Disposición a soga: Cuando, apoyada la pieza sobre su tabla, la testa es normal al paramento, resultando, las dimensiones de soga, paralelas al mismo. Es el aparejo que ofrece mejores condiciones



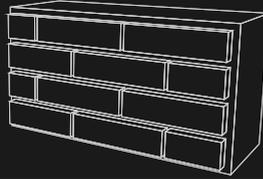
Ilustración N° 041 Puente del Humilladero Popayán – Cauca Galindo, Jorge, puentes de arco de ladrillo en la región del alto cauca, (1718 – 1919): una tradición constructiva olvidada (2008)



Sillería rústica: Aquella cuyos sillares acusan su paramento rústicamente tallado, con salientes y entrantes producidos intencionadamente durante su labra.



Sillería recta: Es la definida por sillares en forma ortoédrica. Cuando estos sillares son manejables por un solo hombre, la fábrica se denomina sillería de sillarejos.



Sillería almohadillada: Fábrica cuyos sillares definen almohadones en su paramento, formados al rehundir una zona de anchura y profundidad uniforme de su borde.

SÍLLERIA

Es la obra ejecutada con sillares o sillarejos estos están recibidos con mortero, generalmente de cal, cemento o bastardo.

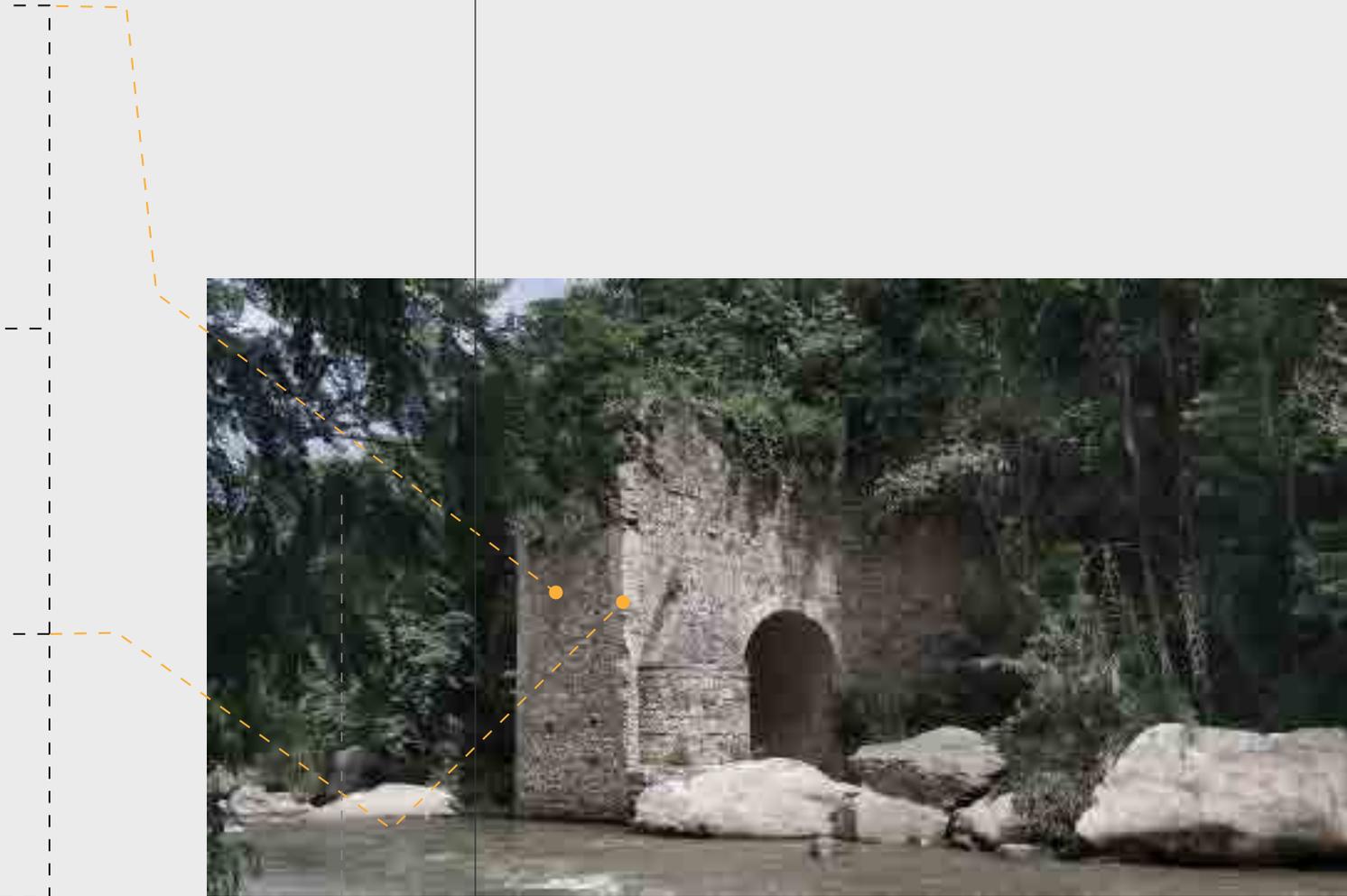
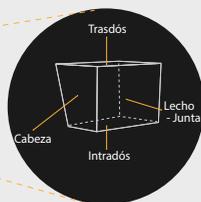
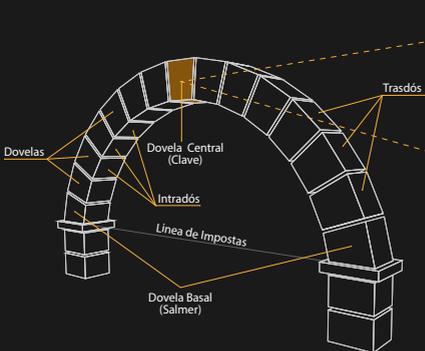


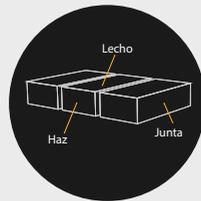
Ilustración N° 044 Bóveda de cañón de Puente Potosí, Pamplonita - Norte de Santander
Elaboración propia, 2021



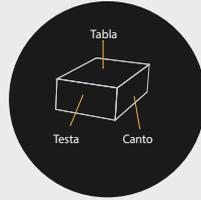
Ilustración N° 045 Bóveda de cañón de Puente Granada, Pamplona - Norte de Santander
Elaboración propia, 2021



Dovela



Sillería

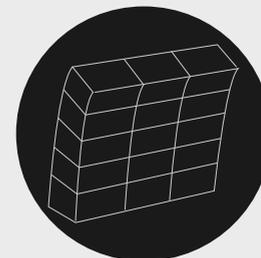


Ladrillo

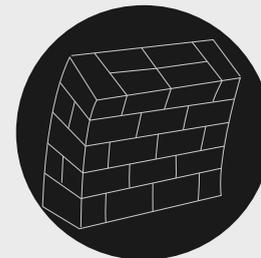
El arco o bóveda puede materializarse mediante bloques de material pétreo en forma de cuña llamados dovelas o bien mediante una o varias hileras de ladrillos concéntricos. En general, en el caso de arcos constituidos por dovelas, éstas mantienen una disposición simétrica respecto una dovela central llamada clave.

Ilustración N° 046 Componentes del arco
Elaboración propia, 2021 a partir de Análisis estructural de puentes arco de fábrica. Criterios de Comprobación (2001)

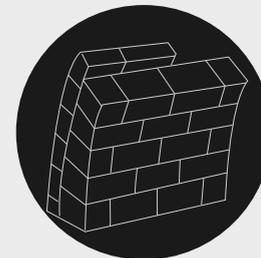
Ilustración N° 047 Tipos de aparejos
Elaboración propia, 2021 a partir de Vocabulario de Ingeniería de Puentes (2015)



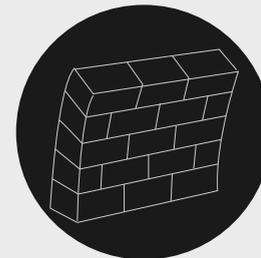
Roscas Separadas



Roscas Trabada con Piezas a Través



Doble Rosca



Fábrica Alternada

TIPOS DE APAREJOS UTILIZADOS EN BÓVEDAS

los materiales utilizados pueden ser la piedra o el ladrillo, y su disposición a la hora de ejecutar la bóveda da lugar, a diferentes tipos de aparejos. Los arcos de piedra están confeccionados con sillares o bloques de piedra con juntas de pequeño espesor o incluso con juntas a hueso, mientras que los arcos de ladrillo incluyen una gran diversidad de piezas y ligantes, (ladrillos macizos o perforados y morteros hidráulicos o de cemento)



***RECONSTRUCCIÓN TÉCNICA - DIGITAL, DE CASOS ENCONTRADOS
EN ÁREAS DE ESTUDIO DE PUENTES DE ARCO***

Ilustración N° 049 Síntesis técnica y render de reconstrucción 3d del Puente Granada
Elaboración propia, 2021

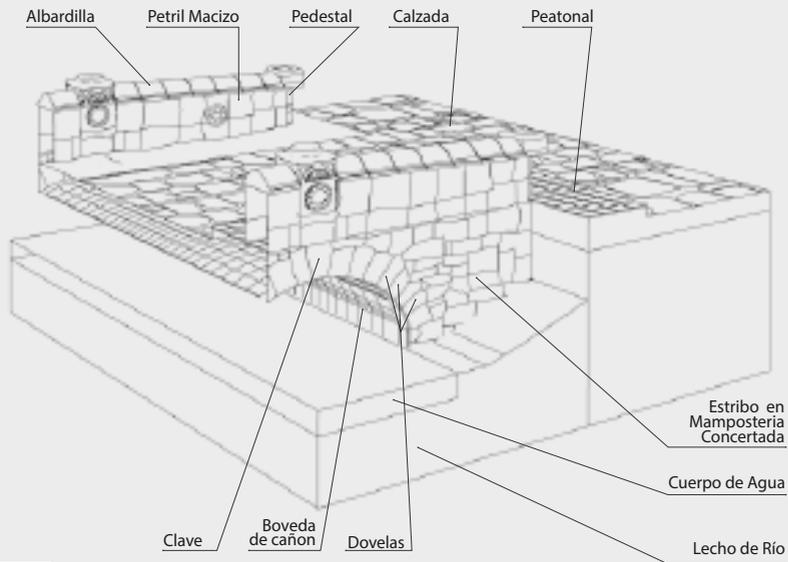
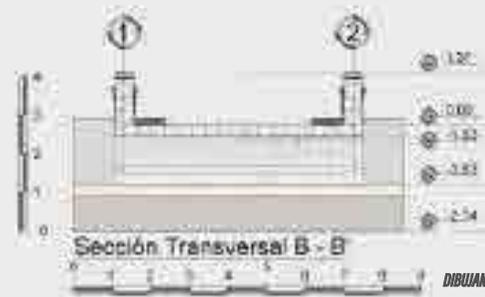
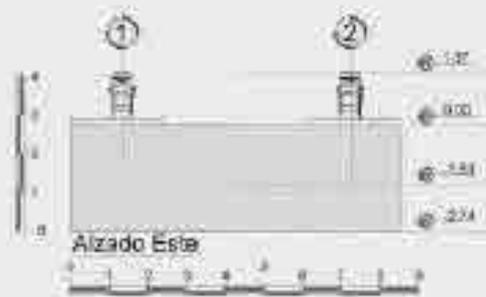
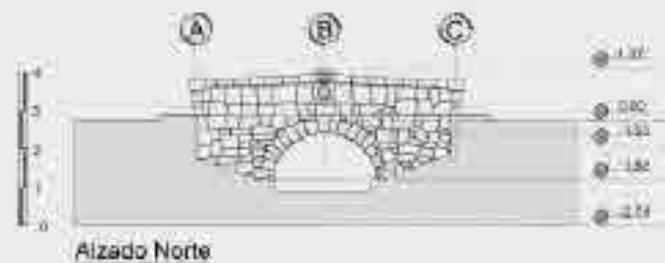
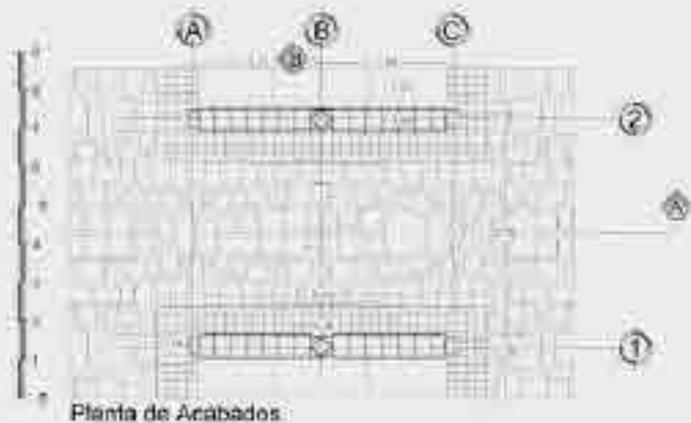


Ilustración N° 050 Puente Granada
Elaboración propia, 2021



RECONSTRUCCIÓN 3D DEL PUENTE GRANADA
(PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)





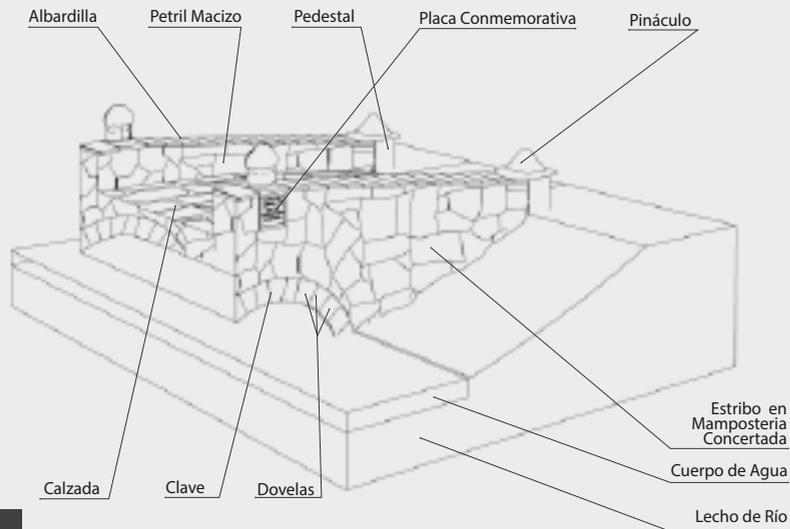
ESC: 1-150

PLANOS TÉCNICOS DEL PUENTE GRANADA

DIBUJANTE:

MARLON ANDRES MORINELY (2021)

Ilustración N° 051 Síntesis técnica y render de reconstrucción 3d del Puente Bolívar
Elaboración propia, 2021

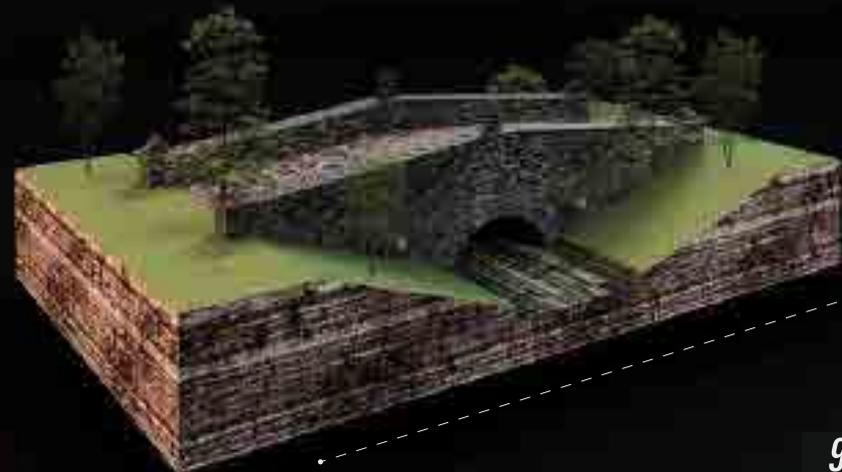


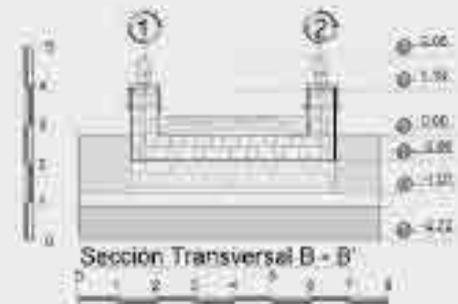
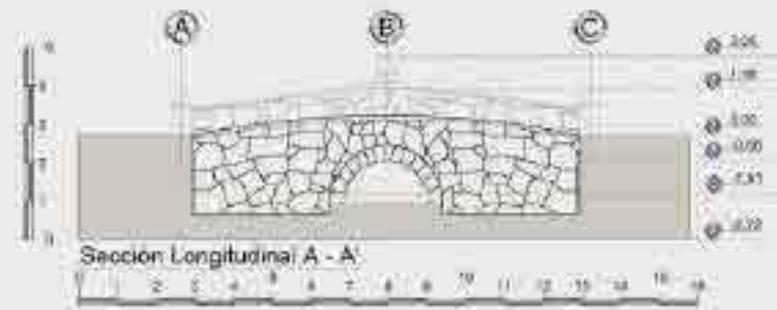
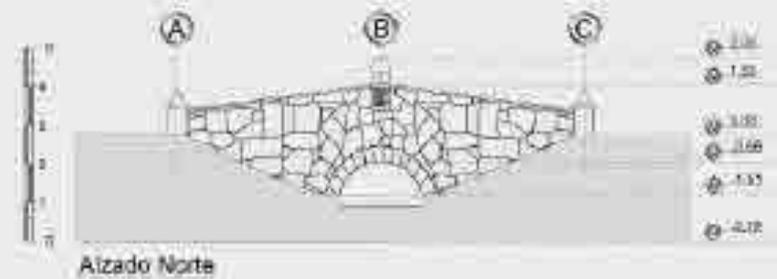
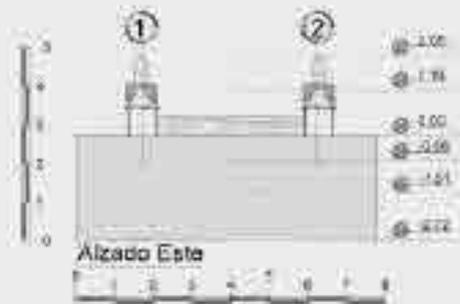
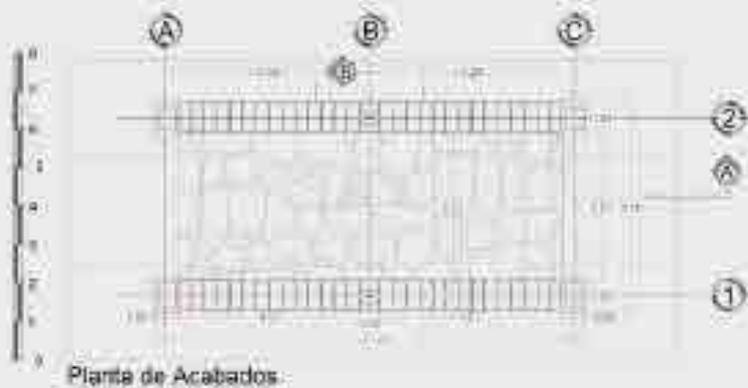
SÍNTESIS TÉCNICA

Ilustración N° 052 Puente Bolívar
Elaboración propia, 2021



RECONSTRUCCIÓN 3D DEL PUENTE BOLÍVAR (PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)





ESC: 1-150

PLANOS TÉCNICOS DEL PUENTE BOLÍVAR

DIBUJANTE: MARLON ANDRÉS MORINELY (2021)



Ilustración N° 053 Síntesis técnica y render de reconstrucción 3d del Puente Potosí
Elaboración propia, 2021

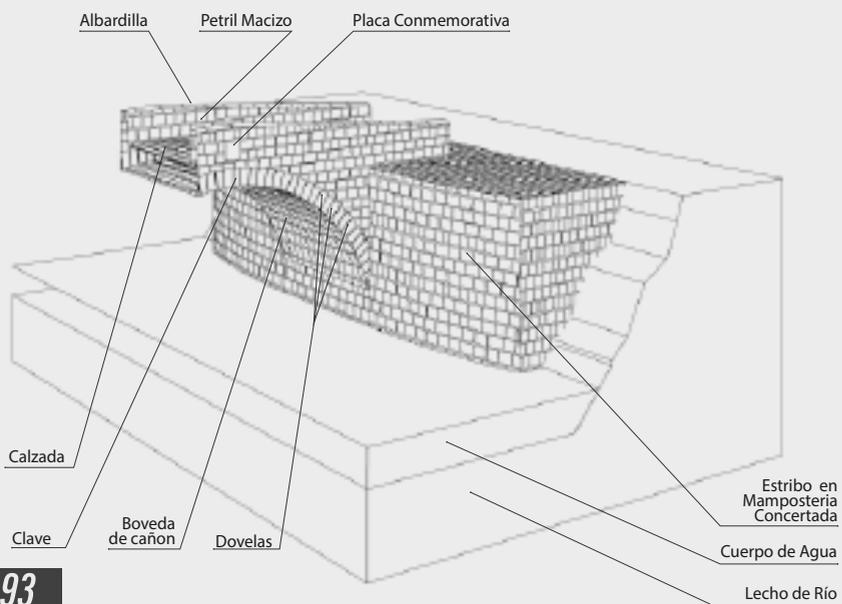
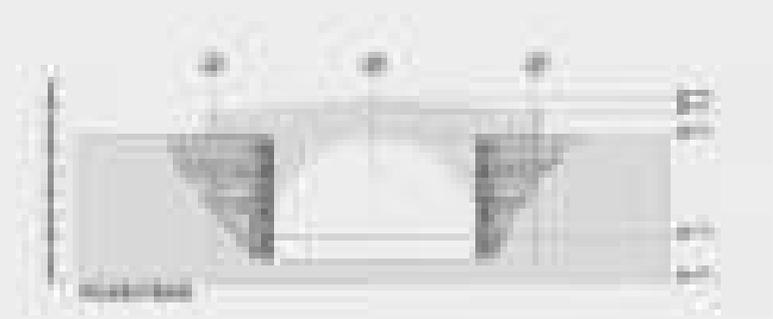


Ilustración N° 054 Puente Potosí
Elaboración propia, 2021



RECONSTRUCCIÓN 3D DEL PUENTE POTOSÍ
(PAMPLONITA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)





ESC: 1-150
PLANOS TÉCNICOS DEL PUENTE POTOSÍ
 DIBUJANTE: MARLON ANDRES MORINELY (2021)

Ilustración N° 055 Síntesis técnica y render de reconstrucción 3d del Puente Grande
Elaboración propia, 2021

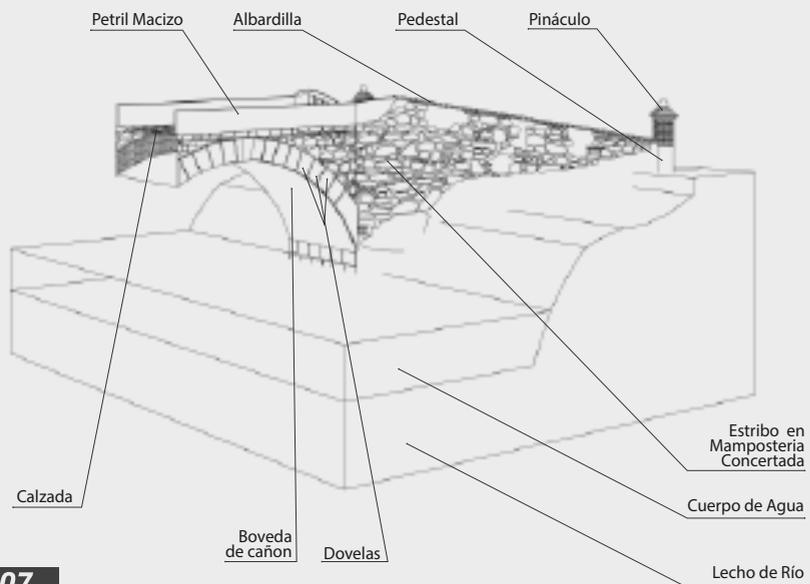
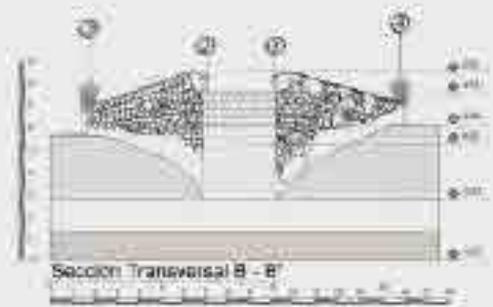
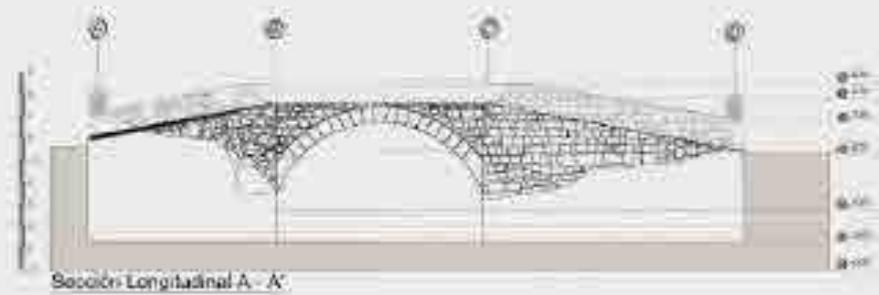
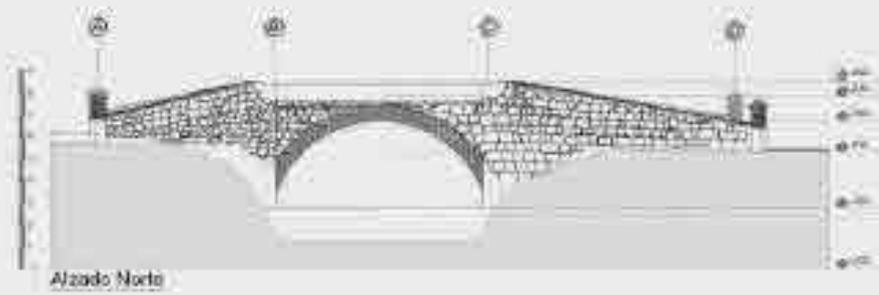
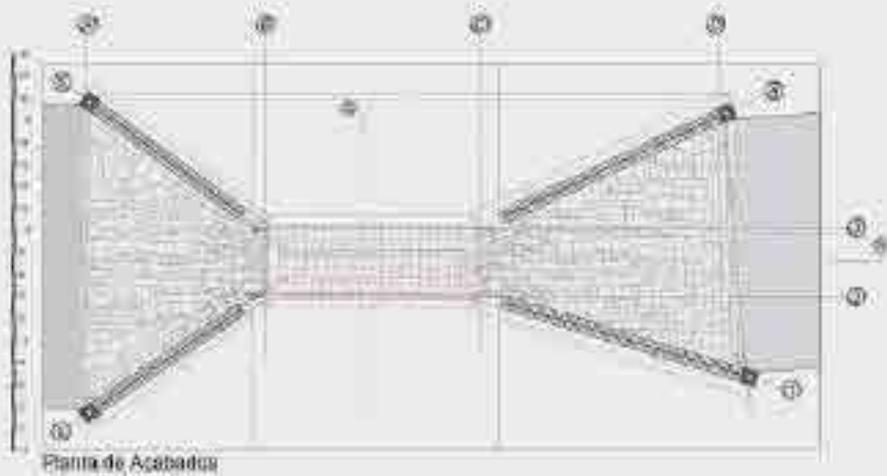


Ilustración N° 056 Puente Grande
Elaboración propia, 2021



RECONSTRUCCIÓN 3D DE PUENTE GRANDE
(BARICHARA, SANTANDER, COLOMBIA)





ESC: 1-200
 PLANOS TÉCNICOS DE PUENTE GRANDE
 DIBUJANTE: MARLON ANDRES MORINELY (2021)

05

*LOCALIZACIÓN DE LOS PUENTES:
CHINÁCOTA, BOCHALEMA Y LA DONJUANA*



Ilustración N° 057 Panorámica de Bochalema
Fotografía de revista Contra Luz, Cúcuta (2017)



Ilustración N° 058 Panorámica de Chinácota
Fotografía de Caracol Radio (2017)



Ilustración N° 059 Panorámica del La Donjuana
Fotografía de mapio.net (2019)

Con el trazo de los nuevos caminos reales y la necesidad de sortear los pasos de nivel, aparecen los puentes en madera, en la mayoría de casos los catalogados como puentes de Trapecio, puentes que tuvieron veneficios como la rápida construcción a diferencia de los puentes de arco en piedra y su menor costo, dentro de las áreas de estudio podemos resaltar el Puente Santa Helena en La Donjuán, ubicado en el kilómetro 23 de la antigua línea sur del ferrocarril, actualmente Peñas Blancas, otro ejemplar importante de este sistema de puentes es el Puente Rojo de Chinácota, que conectaba el principal camino real entre las provincias de Pamplona y Cúcuta, este puente cuenta con gran historia regional, debido a enfrentamientos, de partidos y divisiones políticas de la época, estos sistemas de puentes de Trapecio se pueden encontrar en todo el territorio de los Santanderes colombianos, como Puente Real, de Chitagá, el Puente Real de Gámbita, Santander, el Puente de Charalá en Santander o el Puente Zulasquilla, de Cututilla entre otros.

06

PUENTES DE TRAPECIO

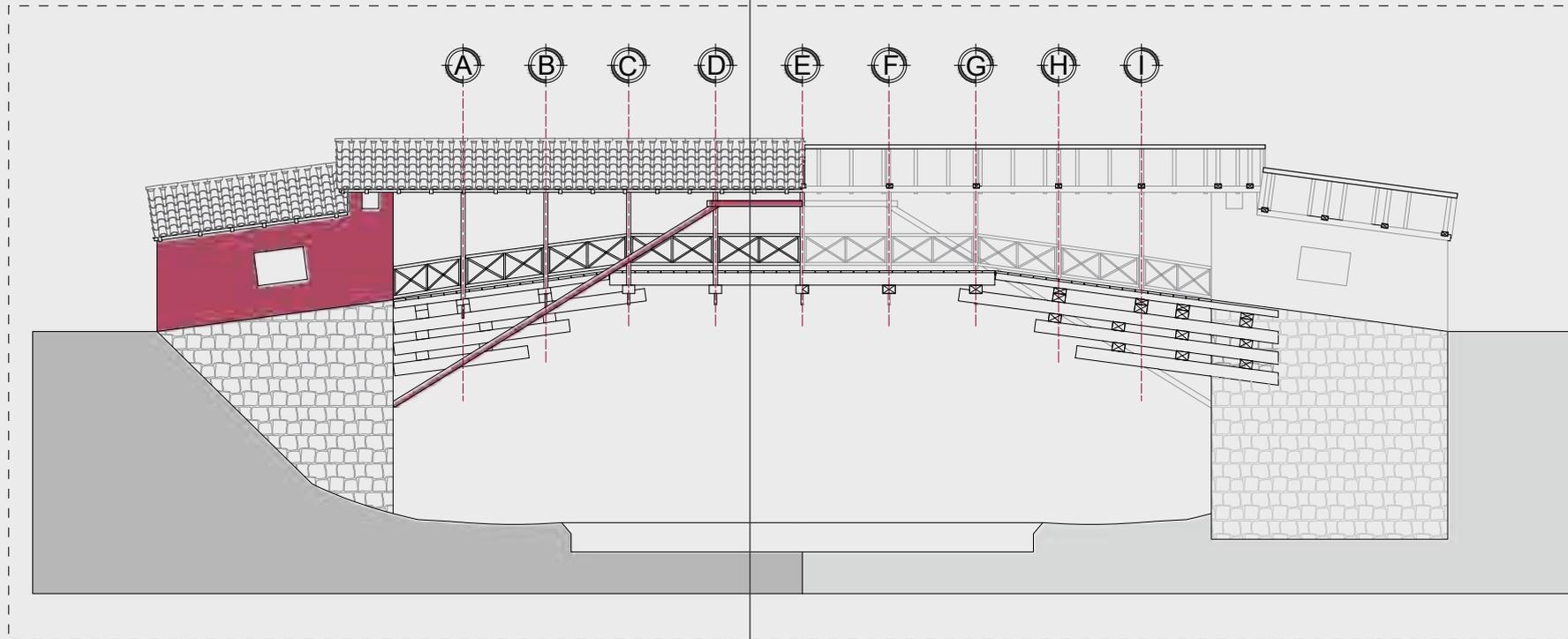


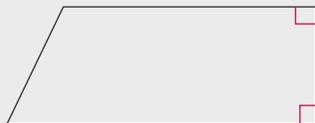
Ilustración N° 062 Corte – Fachada de puente de trapecio, Puente Charalá en Santander
Elaboración propia, 2021

PUENTE DE TRAPECIO

Concepto basado, en virtud de la figura geométrica trapezoidal que describen las armaduras laterales, montadas con diversos sistemas de ensamblajes afianzados con tornillos y grapas de hierro. Estas armaduras (trapecios) están conformadas por vigas (jabcón) diagonales, que parten en la mayoría de los casos desde el estribo y finalizan hacia la parte central de la luz del puente.

TRAPECIO COMO CONCEPTO GEOMÉTRICO

Trapezio rectángulo es el que tiene un lado perpendicular a sus bases.

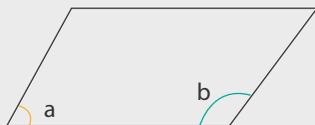


Trapezio escaleno es el que no es isósceles ni rectángulo, el ángulo obtuso se opone uno agudo y viceversa, pero también ángulos obtusos se opone otro obtuso y a ángulo agudo se opone otro agudo.



Sus lados no paralelos tienen longitudes diferentes.

Sus cuatro ángulos internos son diferentes.



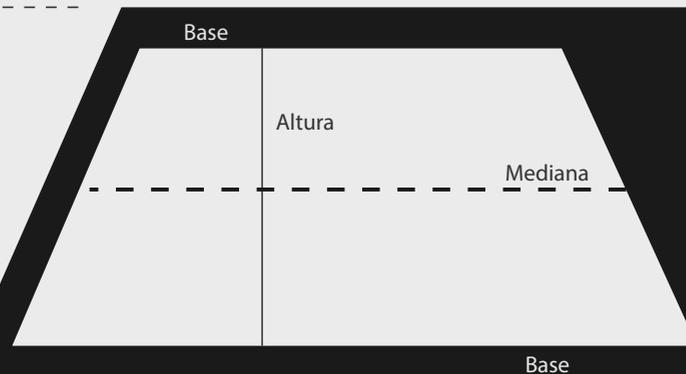
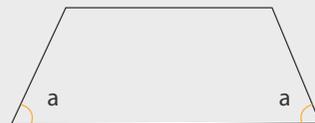
Trapezio isósceles es el que tiene los lados no paralelos de igual medida.

Tiene un eje de simetría que pasa por el punto medio de sus bases.

Tiene dos ángulos internos agudos iguales sobre una base y dos ángulos internos obtusos iguales en la otra base.

Tiene sus dos diagonales iguales.

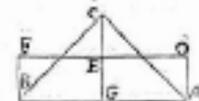
Sus ángulos internos opuestos son suplementarios, es decir, la suma es y por tanto es inscribible.



En la geometría, se llama trapecio a un cuadrilátero que tiene al menos dos lados paralelos

En el tratado de la carpintería de lo blanco, en uno de los capítulos que trata de reglas geométricas, López de arenas ilustra y describe como a partir del cruce figuras geométricas se obtienen otras, que sirven como base para conformar los diferentes armados de madera, para el caso de estudio se puede observar la composición de triángulos rectos y rectángulos simples, obteniendo figuras trapezoidales, que semejan los mismos principios de los puentes.

DE ALARIFES. 80
en un triángulo rectángulo, se hace así: Sea el triángulo propuesto $A B C$, y sea el punto G la mitad de la base, levanta sobre este punto la línea $G C$, y por este línea perpendicular en el punto E una línea $D E$ paralela con la base $A B$, levanta dos líneas, la una en el punto B , y la otra en el punto A paralela con la $G C$, y sea F el paralelo geométrico del triángulo rectángulo propuesto, como se demuestra por las dos demostraciones de la figura, y es antecedente.



Y para la tercera figura, que sea un triángulo rectángulo como el anterior: Sea el triángulo propuesto $A B C$, levanta sobre la base en ángulo recto una línea, que toque en el ángulo A , por este línea perpendicular por medio en el punto D , sea una línea paralela con la base, que pida por el punto D , levanta en los centros del triángulo $B C$ dos líneas en ángulos rectos, que formen la anchura del paralelo geométrico; como lo dice la letra $B E C$, como aquí se demuestra, y el dicho paralelo geométrico contiene en sí tanta área, como el dicho triángulo rectángulo.

ESFUERZOS QUE ACTÚAN EN UN PUENTE DE TRAPECIO

Las vigas son elementos que trabajan a flexión y a cortante o cizalladura cuando se someten a cargas perpendiculares a su plano. En los puentes construidos con vigas el flujo de carga pasa del tablero a unas vigas secundarias transversales y de éstas a las vigas longitudinales principales, que se apoyan en los estribos o pórticos

Tipo de resistencia de las maderas

Resistencia a la tensión: Es la capacidad de la madera para resistir fuerzas que tratan de estirar la fibra, por lo general en dirección longitudinal

Resistencia a la compresión: Es la capacidad de la madera para resistir fuerzas externas que tienden a acortar las fibras. Esta resistencia se puede dar en dos direcciones: en forma paralela a las fibras o perpendicular a ellas.

Resistencia a la cizalladura o corte: Capacidad de la madera para resistir la acción de las fuerzas paralelas y opuestas que tienden a producir deslizamiento de unas fibras con relación a otras.

Resistencia a la flexión: Es la capacidad de la madera para resistir cargas que tienden a fletar-

Tipos de esfuerzo

Esfuerzo de tensión: Se presenta cuando la fuerza aplicada tiende a estirar o alargar el material. Se dice por lo tanto que el material está en tensión.

Esfuerzo de compresión: Es lo opuesto al esfuerzo de tensión y ocurre cuando la carga aplicada tiende a acortar el material y por lo tanto a disminuir la longitud. Se dice entonces que el material está en compresión.

Esfuerzo de cizalladura: Ocurre cuando las cargas o fuerzas, en este caso opuestas y paralelas, tienden a separar una parte del material con respecto a la parte adyacente, causando un deslizamiento. También se le llama esfuerzo de corte.

Rigidez: Este término se refiere a la capacidad de la madera para resistir deflexión o doblado.

Tenacidad: Este término se refiere a la capacidad de la madera para resistir cargas repentinas (golpe o choque). Generalmente las fibras de madera de alta tenacidad, están entrecruzadas lo cual hace que la madera sea difícil de hendir o rajar o la separación de las fibras. Estas maderas se doblan o tercionan mucho más, sin romperse o fracturarse.

Dureza. Este término se refiere a la resistencia que presenta una madera a la Indentación, a las abolladuras y al desgaste. La madera dura es generalmente aquella que presenta buenas características o resistencia al desgaste, lo cual es importante para la madera de pisos. Por lo general las maderas duras son densas y debido a esto, presentan cierta dificultad para ser traba-

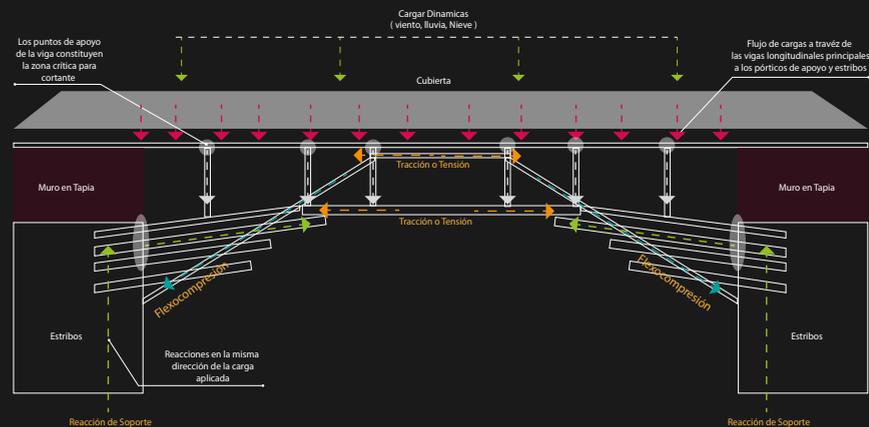
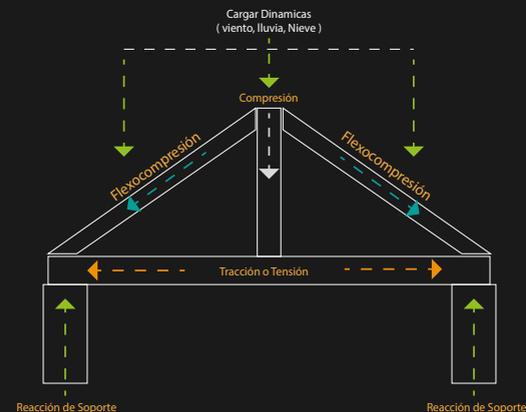


Ilustración N° 065 Esquema de fuerzas y resistencias, de un puente de Trapecio
Elaboración propia, 2021

APLICACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE MADERA ORDENADO EN VOLADIZO

Este concepto nace a partir del sistema de bóvedas en voladizo de piedras contrapesadas, cada una que sobresale por encima de la fila inmediatamente inferior.

Antecedentes

Sillares en Voladizo

La técnica se remonta a la historia con los techos de muchas tumbas neolíticas en voladizos hasta que la brecha se pudo cerrar con losas. Los antiguos griegos para crear pasadizos y Micenas, llamados a su vez "arcos falsos", ya que, a diferencia de los arcos, la estructura no es autoportante; de manera similar, una cúpula en voladizo se denomina con frecuencia "cúpula falsa"

Ménsulas en voladizo

Ménsulas en voladizo: Este concepto es otra referencia aplicada a este sistema que se puede encontrar en diversas construcciones arquitectónicas, una ménsula es "una proyección de piedra, madera, etc., que sobresale de una pared para soportar el peso", lo define como "un soporte arquitectónico o bloque que se proyecta desde una pared y sostiene (o parece soportar) un techo, una viga o un estante

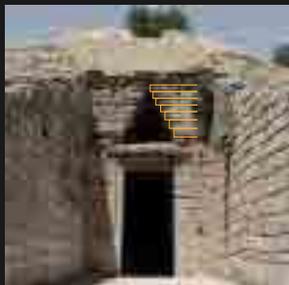


Ilustración N° 066 La Tumba abovedada de Atreo, Micenas- Grecia
Elaboración propia, 2021



Ilustración N° 067 El Templo del sol en Palenque centro Maya
Muestra el sistema de construcción con sillares en voladizo, del espacio interior de dos naves

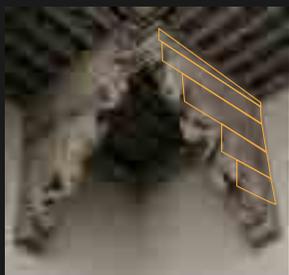


Ilustración N° 068 Ménsula o Voladizo, Patio de la Casa de La Salina o Palacio de Fonseca, Salamanca - España
Elaboración propia, 2021

Ilustración N° 069 Principio de sistema de sillares en voladizo
Elaboración propia, 2021

Aplicando ecuaciones sin grande complejidad matemática asociada con cuánto pueden sobresalir los elementos colocados uno encima de la otro (siempre que tengan un tamaño y forma uniformes). se puede calcular el voladizo máximo. $1/2 + 1/4 + 1/6 + 1/8 + 1/10 \dots$ básicamente el denominador aumenta en múltiplos el doble la distancia.



Principio de sillares en voladizo

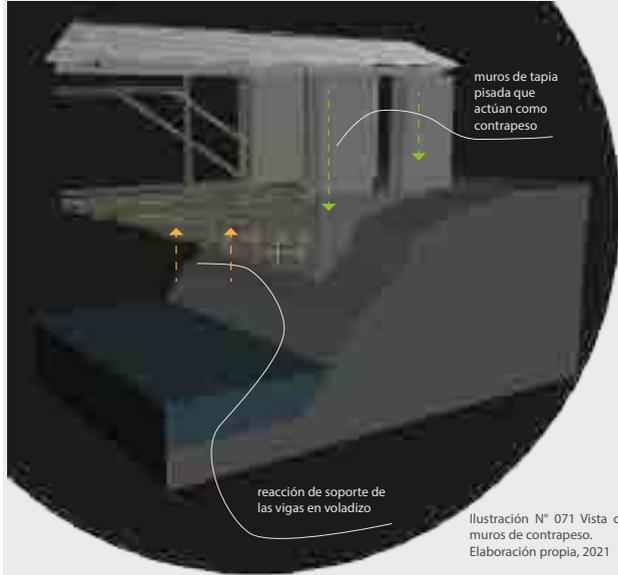
vigas de madera en voladizo

El sistema de madera ordenado en voladizo aplicado a puentes y documentado como conceptos de ingeniería aplicada, pueden evidenciarse a partir del siglo XIV, como en libro tercero de la de arquitectura de Andrea Paladio que trata de caminos y calzadas y el modo de edificar puentes de madera y piedra. En una de sus dibujos expone vigas de madera superponiéndolas y a su vez apoyadas sobre durmientes transversales.

Ilustración N° 070 Armadura de puente de madera
Paladio, Andrea. "libro tercero de la de arquitectura de Andrea Paladio que trata de caminos y calzadas y el modo de edificar puentes de madera y piedra", copia manuscrita, biblioteca nacional de España (1625)



Ilustración N° xxx Armadura de puente de madera
Paladio, Andrea. "libro tercero de la de arquitectura de Andrea Paladio que trata de caminos y calzadas y el modo de edificar puentes de madera y piedra", copia manuscrita, biblioteca nacional de España 1625



muros de tapia pisada que actúan como contrapeso

reacción de soporte de las vigas en voladizo

Ilustración N° 071 Vista de puente con vigas en voladizo, y muros de contrapeso. Elaboración propia, 2021

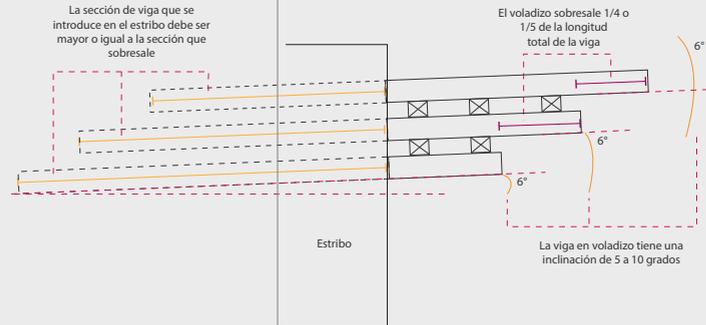


Ilustración N° 072 Principio de vigas en voladizo. Elaboración propia, 2021

Principio de vigas en voladizo

Adaptación del sistema en voladizo a los puentes de madera

el sistema de sillares en voladizo antiguo, con respecto a los sistemas de vigas de madera en voladizo varía en gran medida, conservando el mismo principio, se pueden distinguir tres alteraciones en este sistema

en primera medida es el ángulo de inclinación de las vigas que varía desde los 5° a los 10° grados en promedio según la recopilación de ejemplos encontrados

una segunda disparidad son que las vigas en voladizo van embebidas dentro del estribo a diferencia de su antecesor en sillares

y por último aparecen vigas o durmientes transversales colocados en intermedios de cada hilada de vigas en voladizo

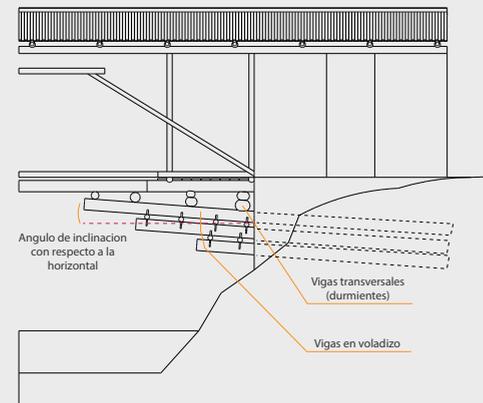


Ilustración N° 073 Alzado del puente real, Gámbita - Santander. Elaboración propia, 2021

La aplicación de sistema de madera ordenado en voladizo y la carpintería de armar, consagrada desde la Edad Media a la construcción de entramados arquitectónicos de madera cuyos ensambles y uniones garantizaban la estabilidad estructural del conjunto, empieza a ser una constante principalmente en Europa y Asia y posteriormente con una introducción en América

Una de las técnicas utilizadas en Colombia para ampliar la distancia de la luz en los puentes y obtener mayor estabilidad con el sistema de madera en voladizo, era asentando las vigas sobre estribos en mampostería y sobre estos se construyen muros de tapia pisada que actúan como contrapeso y su peso soportan cargas de la cubierta que actuaba como protección del clima para el puente.



Ilustración N° 074 Puente construido alrededor de 1740 en Bután. Elaboración propia, 2021 a partir de The new Cantilever Bridge of Punakha in the Kingdom of Bhutan the unique project of "Pro Bhutan, Germany" to marry medieval Bhutanese bridge architecture with modern technology (2008)



Ilustración N° 074 Puente construido en una fortaleza de Bután en Bután. Elaboración propia, 2021 a partir de The new Cantilever Bridge of Punakha in the Kingdom of Bhutan the unique project of "Pro Bhutan, Germany" to marry medieval Bhutanese bridge architecture with modern technology (2008)



Ilustración N° 076 Puente Charalá, Santander. Elaboración propia, 2021 a partir de fotografía de la vanguardia lib (2018)

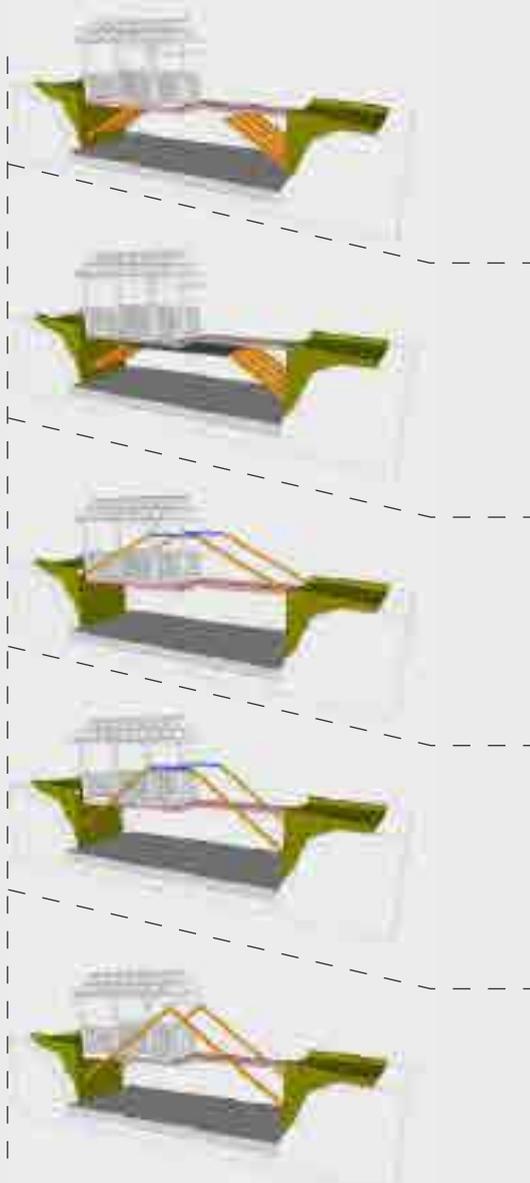


Ilustración N° 077 Puente real Gámbita, Santander. Elaboración propia, 2021 a partir de fotografía de la alcaldía municipal de Gámbita

SISTEMA DE ARMADURAS CON JABALCONES

Jabalcón: es una tornapunta que se coloca apoyado en su extremo inferior contra un muro o un pilar, para apeaar un voladizo o una viga. En estructuras de madera se utiliza mucho, para sujetar voladizos, pero también en pórticos para acortar la luz de las vigas.

Tipos de armados con jabalcones



-  Estribo
-  Cuerpo de Agua
-  Jabalcón
-  Viga Maestra
-  Viga inferior
-  Viga en Voladizo
-  Durmiente

Este sistema es el de menor complejidad, ya que los jabalcones inician en el estribo y terminan apoyados directamente en las vigas maestras

En este armado, los jabalcones inician desde el estribo, y se conectan con una pieza adicional que soporta las vigas maestras formando un sistema de bóveda falsa

En este caso los jabalcones inician desde el nivel de la calzada, estableciendo los armados laterales del puente

En esta composición los jabalcones inician desde el estribo superando el nivel de la calzada, legando casi al sistema de estructura de cubierta

Este armado con jabalcones se caracteriza por la unión entre ellos, en uno de sus extremos, también llamado tipo tijera

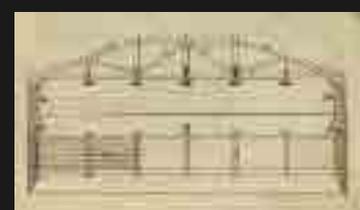


Ilustración N° 079 Puente con armadura de madera Turriano, Juanelo. Manuscrito de Los veintitún libros de los ingenios y de las maquinas



Ilustración N° 080 Puente con armado de Jabalcones Paladio, Andrea. "libro tercero de la de arquitectura de Andrea Paladio que trata de caminos y calzadas y el modo de edificar puentes de madera y piedra", copia manuscrita, biblioteca nacional de España (1625)



Ilustración N° 081 Puente sobre el río Coello 1777 AGM, SMP4, REF:96A

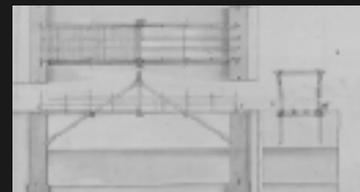


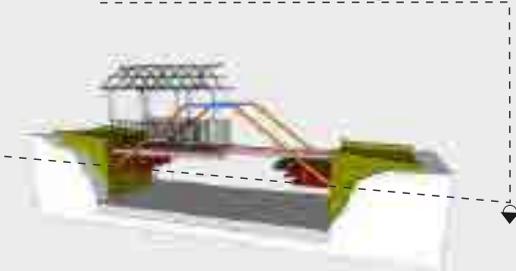
Ilustración N° 082 Plano y perfil de in puente de madera 1750 AGM, SMP4, REF:366A

Nivel de inicio de los jabalones, con sistema de vigas en voladizo

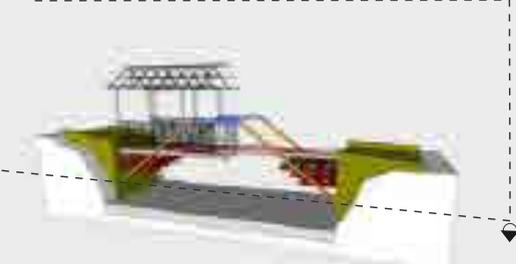
Inicio desde el estribo a nivel de calzada



Inicio desde el estribo a nivel de vigas en voladizo



inicio desde el estribo a nivel inferior de vigas en voladizo



Ejemplo 1: Puente real, Gámbita - Santander



Ejemplo 2: Puente Santa Helena, La Donjuana - Norte de Santander



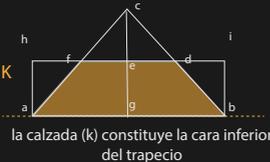
Ejemplo 3: Puente Real Chitaga - Norte de Santander

CUADRO COMPARATIVO DE PUENTES DE TRAPECIO, SEGÚN LA FUNCIÓN ESTRUCTURAL

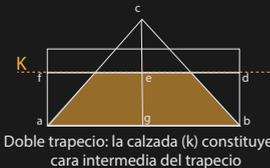
TIPO. A



TIPO. B



TIPO. C



TIPO. D



A-1 PUENTE SAN JOSÉ (PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)	A-2 PUENTE SOBRE EL RÍO SUMAPAZ (FUSAGASUGÁ, CUNDINAMARCA, COLOMBIA)	A-3 PUENTE SOBRE EL RÍO COELLO (QUINDÍO, COLOMBIA)	A-4 PUENTE ROJO (CHINÁCOTA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)
A-5 PUENTE ZULASQUILLA (CUCUTILLA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)	A-6 PUENTE DE MADERA SOBRE EL BUGRE (MONTERÍA, CORDOBA, COLOMBIA)	A-7 PUENTE DE MADERA DEL TRATADO DE ANDREA PALLADIO (BASSANO DEL GRAPPA, VICENZA, ITALIA)	
A-8 PUENTE DE BUTHAN (PAÍS DE ASIA)	A-9 PUENTE REAL (CHITAGÁ, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)	A-10 PUENTE SANTA HELENA (LA DONJUANA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)	A-11 PUENTE SOBRE LA QUEBRADA SANTA ANA
C-1 PUENTE DE SOBRE EL RÍO PIENTA (CHARALÁ, SANTANDER, COLOMBIA)	B-1 PUENTE DE VICTORIA, SOBRE EL RÍO GUARÍN	B-1 PUENTE SOBRE RÍO APULO	B-1 PUENTE REAL (GÁMBITA, SANTANDER, COLOMBIA)
D-1 PUENTE DE MADERA SOBRE ESTRIBOS (COLOMBIA)	D-2 PUENTE DISEÑADO POR EL INGENIERO DIÓDORO SÁNCHEZ (COLOMBIA)	D-3 SOBRE EL RÍO GUALÍ (TOLIMA, COLOMBIA)	

SISTEMAS DE CUBIERTAS EN LOS PUENTES

Uno de los principales problemas, que nacen a partir de la construcción de los puentes en madera es su durabilidad, a diferencia de sus antecesores los puentes de arco en piedra, que pueden perdurar durante siglos, la exposición de la madera a la lluvia y a la humedad ambiental puede causar un deterioro importante en la madera generando problemas estructurales y de ornamentación, una de las principales soluciones, ante esta problemática es la construcción de cubiertas, utilizando materiales según la ubicación geográfica, y el periodo en que se construyó el puente, en gran medida los primeros puentes de trapecio se erigieron sin cubierta o en el mejor de los casos con una cubierta de paja, más adelante fueron mejorando sus sistemas de cubierta con tejas coloniales en algunos caso las tapadas de paja fueron remplazadas por este tipo de teja y por ultimo las cubiertas evolucionaron a cubiertas en teja de zinc, considerando temas de costos, velocidad de construcción y la disminución de peso y cargas para el puente.



Ilustración N° 085 Puente con cubierta de paja Jardines Botánicos en Portoviejo



Ilustración N° 086 Puente con cubierta en Teja Colonial, Puente Real - Chitagá



Ilustración N° 087 Puente con cubierta en lamina de zinc, Puente Zulasquilla - Cucutilla



Armadura Gótica



Armadura Par y Nudillo



Armadura Anglonormada



Armadura Mansarda



Armadura Parhlera Española



Armadura de Sierra



Armadura Polanceau



Armadura Tijera



Armadura Funicular

Ilustración N° 088 Tipos de armadura, para cubierta, forjado, pared o puente
Elaboración propia, 2021

TIPOS DE ARMADURAS

conjunto de elementos que forman la estructura sustentada de una cubierta, forjado, pared o puente



Espiga Simple



A Media Madera



A Media Madera con Testa en Sesgo



Horquilla con Mecha



Espiga Redonda



Pico de Flauta



A Media Madera con Testa en Sesgo



Union en T

ENSAMBLES Y SISTEMA DE UNIÓN CON MADERA

El ensamble o ensambladura es la unión de maderos unos con otros, en la fabricación de muebles, estructuras o cualquier otro tipo de elemento que se realice con madera, estos han sido la mejor forma de unir la madera en la historia evolutiva del hombre, podemos encontrar un gran numero de ensambles dentro de la construcción de los puentes, estos se utilizan dependiendo de la función que va a tener el elemento ya se de tipo estructural o de ornamentación.

UNIONES Y ENSAMBLES

Ensamble con escuadra metálica



Por cara en T



Por cara a 45°



Tensor



Por canto en L



Perno Roscado



Perno Remachado



Clavo



Grapas

Ilustración N° 090 Uniones de Herraje en la madera
Elaboración propia, 2021

UNIONES DE HERRAJE EN LA MADERA

La estabilidad y rigidez del puente depende de diferentes elementos, como el diseño, la estructura y la materialidad, un elemento de importancia en las estructuras de madera son las uniones, es decir, aquellos mecanismos que sirven para acoplar los nudos en los que confluyen dos o más elementos de la estructura. una constante de los puentes en estudio son elementos de hierro forjado, que varían desde placas en escuadra, clavos, pernos, tensores entre otros, para la unión de las diferentes piezas en madera.

Ilustración N° 089 Ensamblajes y Sistemas de uniones con Madera
Elaboración propia, 2021



***RECONSTRUCCIÓN TÉCNICA - DIGITAL, DE CASOS ENCONTRADOS
EN ÁREAS DE ESTUDIO DE PUENTES DE TRAPECIO***

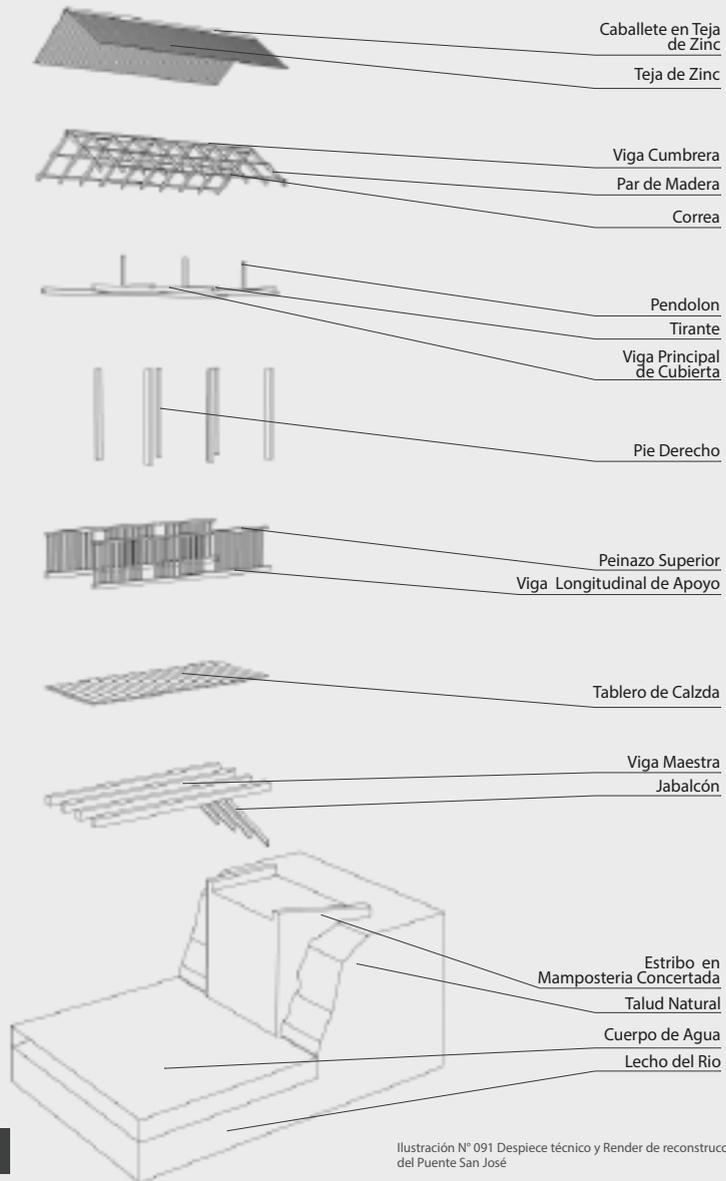
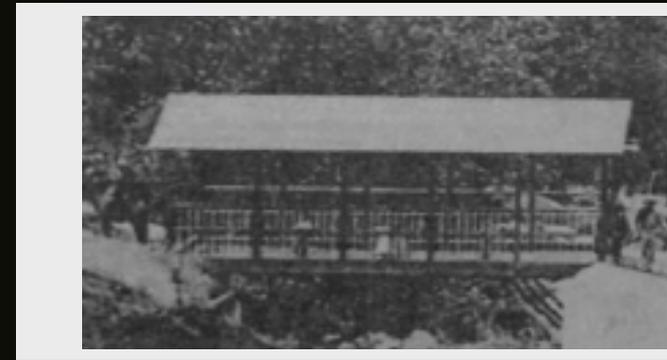


Ilustración N° 091 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente San José

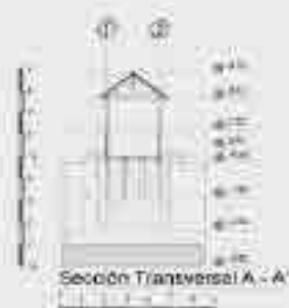
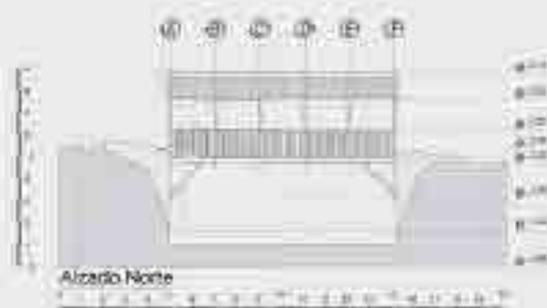
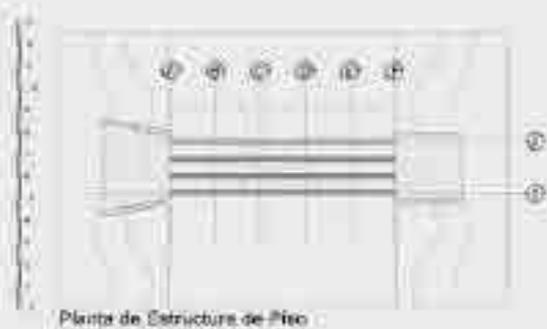
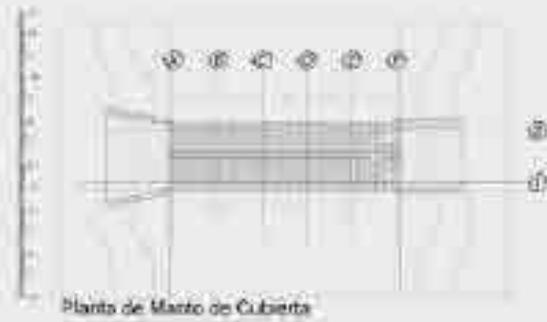
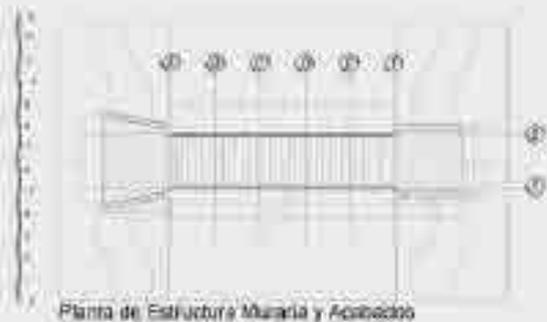
Ilustración N° 092 Puente San José



RECONSTRUCCIÓN 3D DEL PUENTE SAN JOSÉ
(PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)

DESPIECE TÉCNICO





ESC: 1-150
PLANOS TÉCNICOS DEL PUENTE SAN JOSE
 DIBUJANTE: MARLON ANDRES MORINELY (2021)



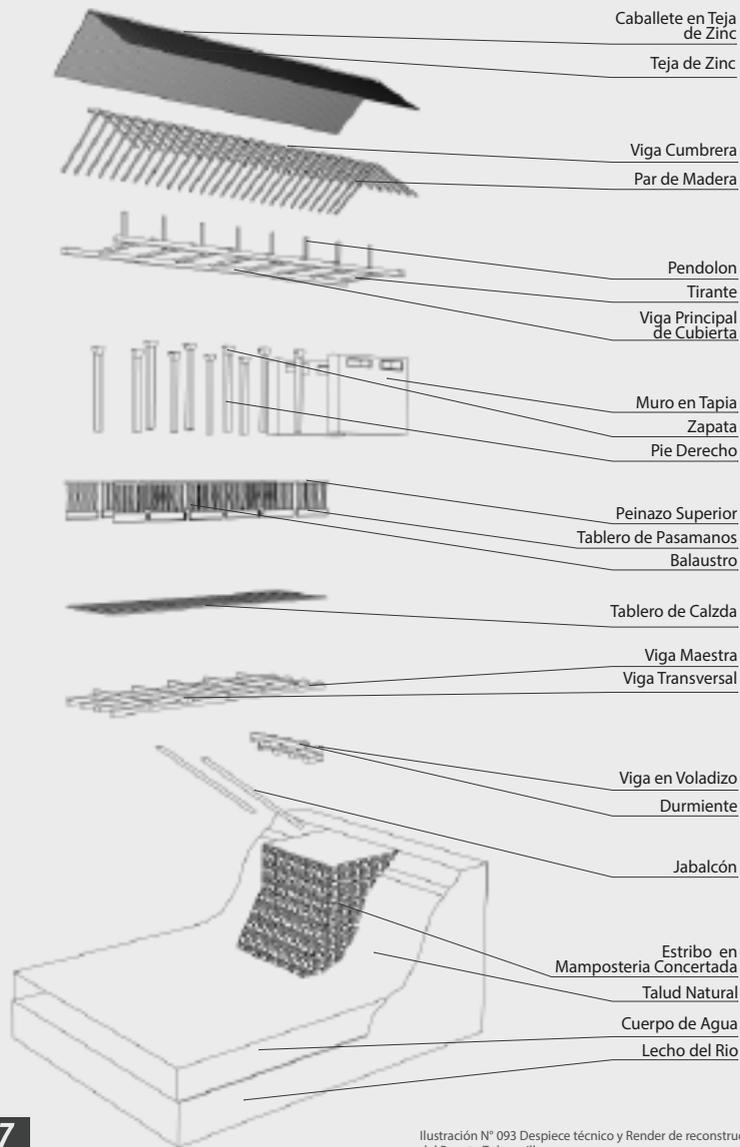


Ilustración N° 093 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente Zulasquilla

Ilustración N° 094 Puente Zulasquilla



RECONSTRUCCIÓN 3D DEL PUENTE ZULASQUILLA (CUCUTILLA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)

DESPIECE TÉCNICO

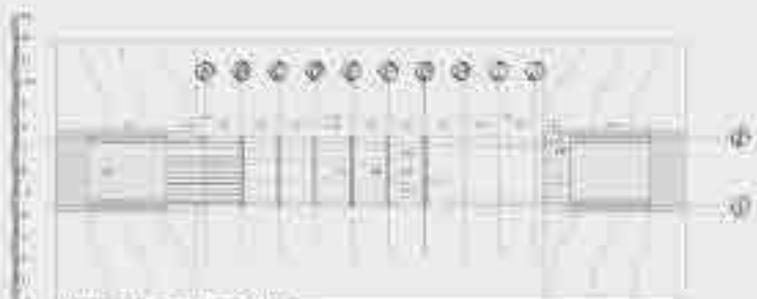




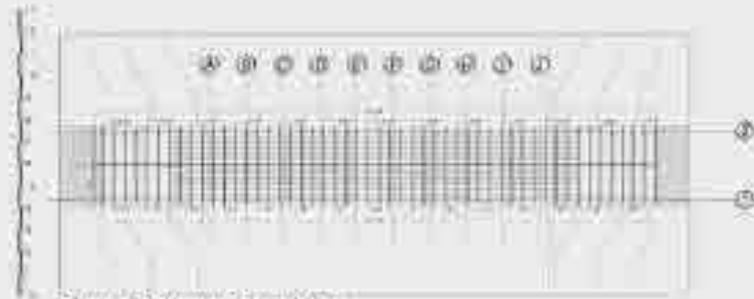
Planta de Estructura Muraria y Acabados



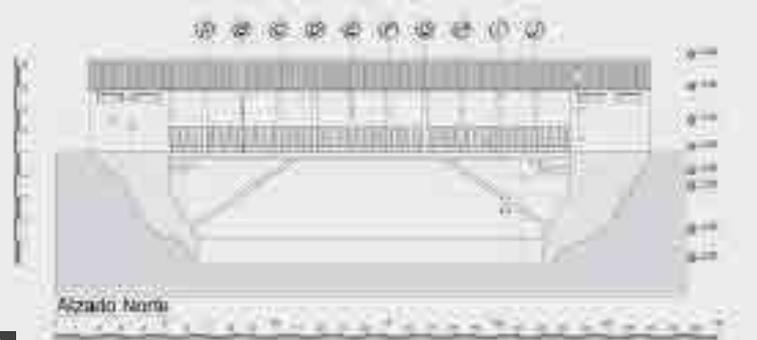
Planta de Manto de Cubierta



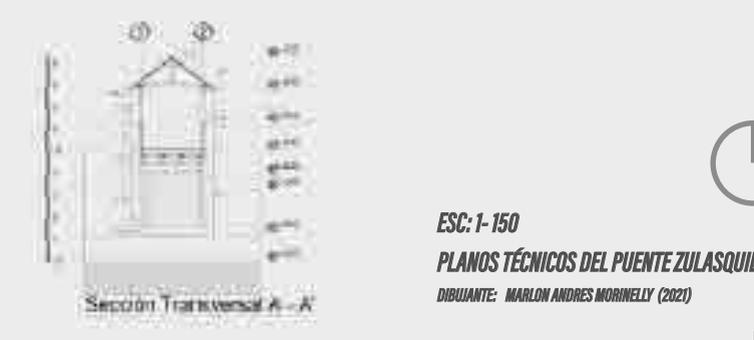
Planta de Estructura de Piso



Planta de Estructura de Cubierta



Alzado Norte



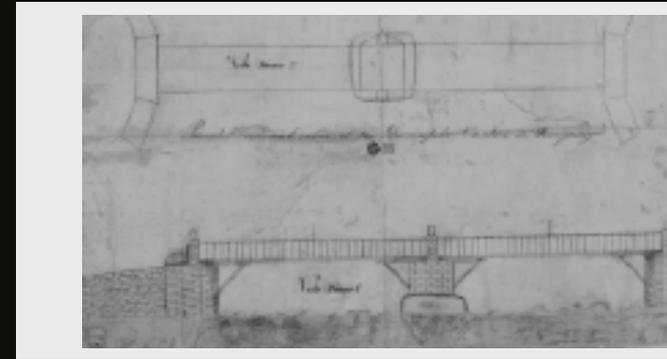
Sección Transversal A-A



ESC: 1-150

PLANOS TÉCNICOS DEL PUENTE ZULASQUILLA

DIBUJANTE: MARLON ANDRÉS MORINELY (2021)



RECONSTRUCCIÓN 3D DEL PUENTE SOBRE EL RÍO SUMAPAZ
(FUSAGASUGÁ, CUNDINAMARCA, COLOMBIA)

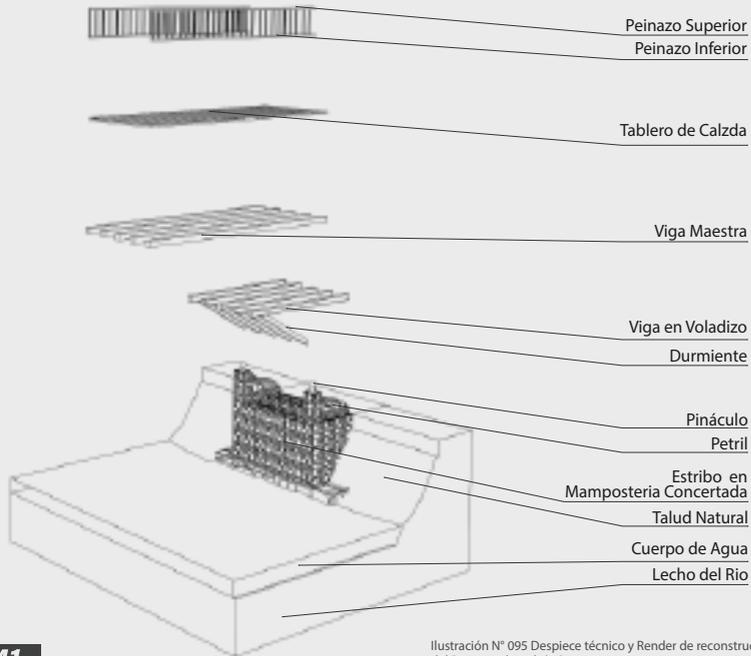
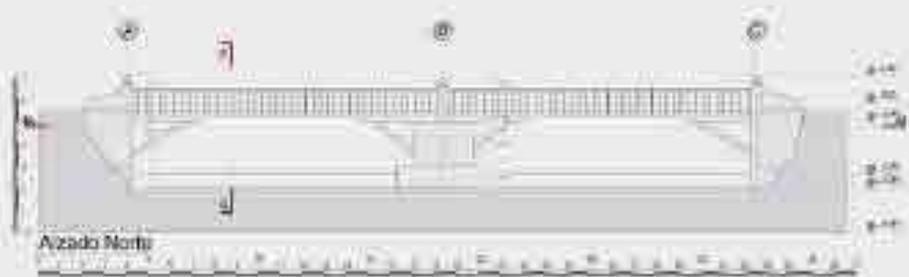


Ilustración N° 095 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d
del Puente sobre el río Sumapaz
Elaboración propia, 2021

DESPIECE TÉCNICO





ESC: 1-200
PLANOS TÉCNICOS DEL PUENTE SOBRE EL RÍO SUMAPAZ
 DIBUJANTE: MARLON ANDRES MORINELLY (2021)

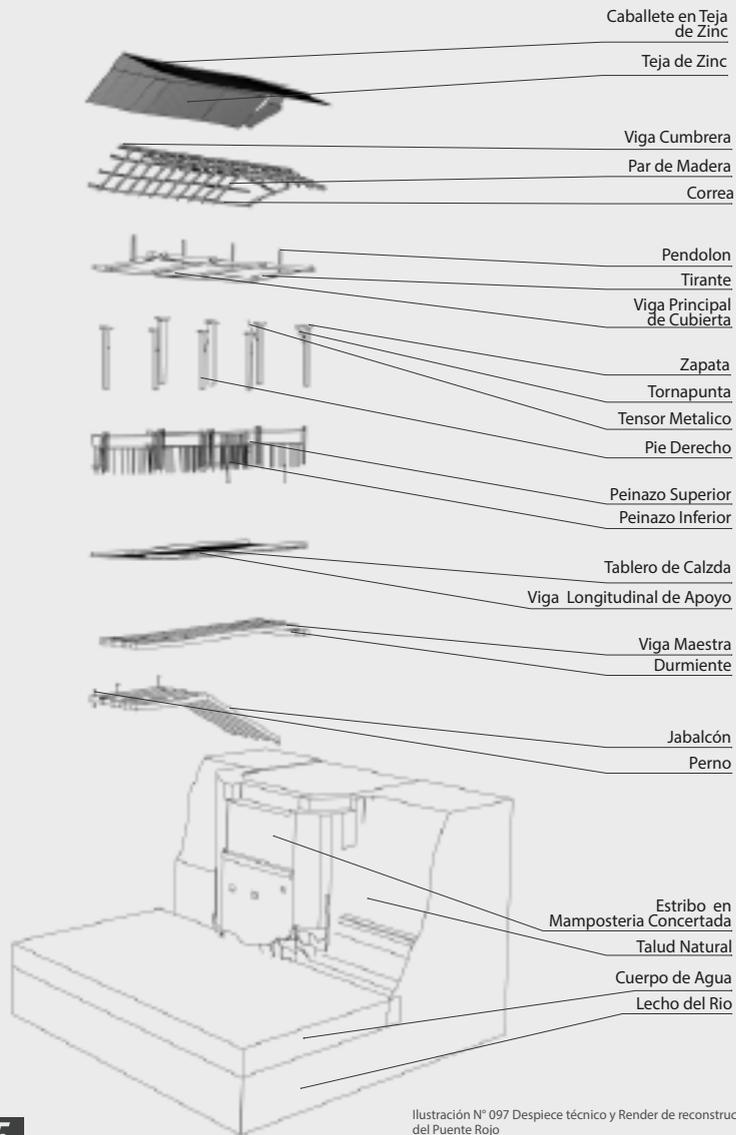


Ilustración N° 097 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente Rojo
 Elaboración propia, 2021

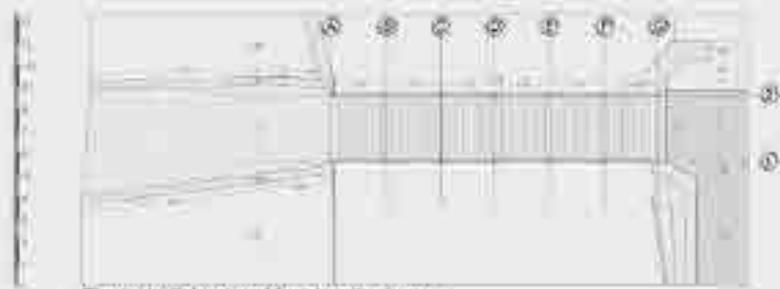
DESPIECE TÉCNICO

Ilustración N° 098 Puente Rojo

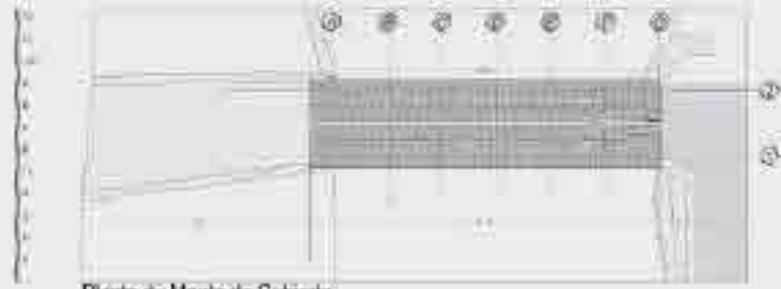


**RECONSTRUCCIÓN 3D DE PUENTE ROJO
 (CHINÁCOTA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)**

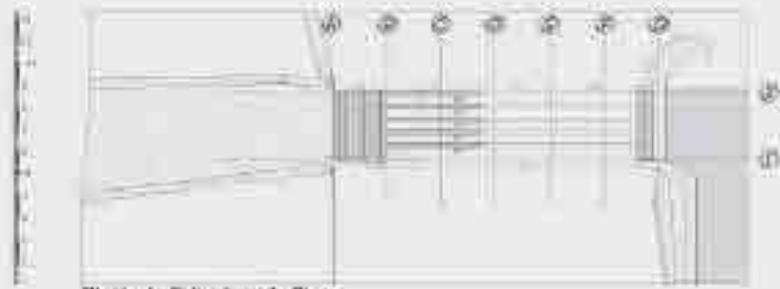




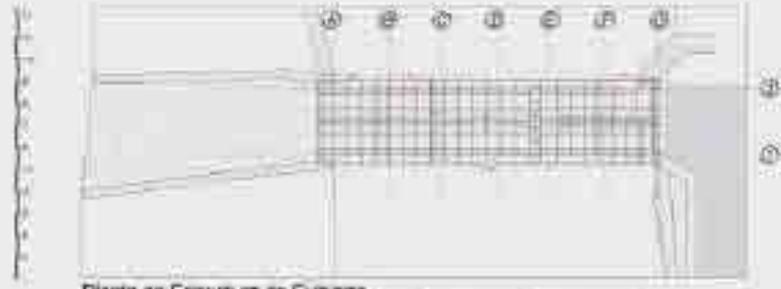
Planta de Estructura Metálica y Acabados



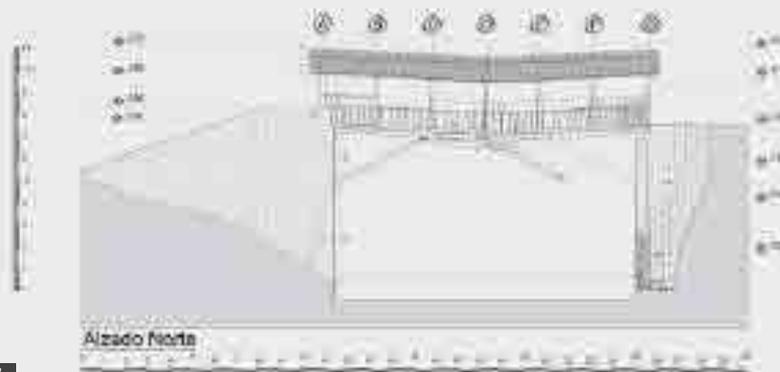
Planta de Manto de Cubierta



Planta de Estructura de Piso



Planta en Estructura de Cubierta



Alzado Planta



Sección Transversal A - A



ESC: 1-200

PLANOS TÉCNICOS DE PUENTE ROJO

DIBUJANTE: MARLON ANDRES MORINELY (2021)

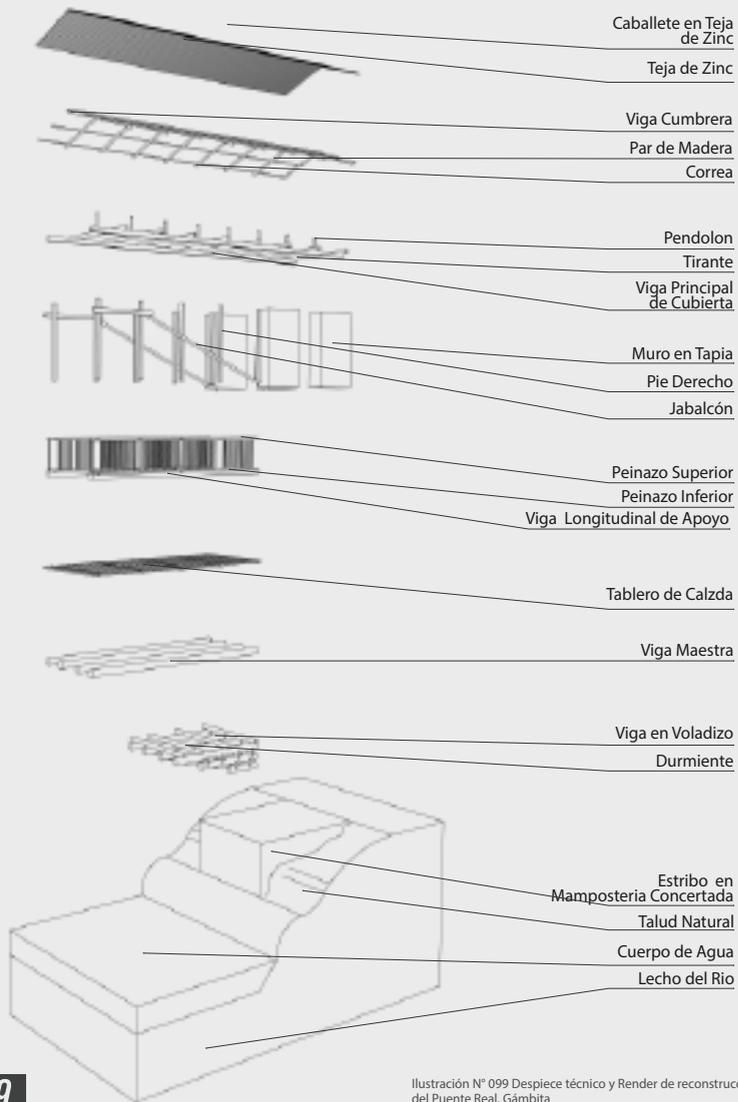


Ilustración N° 099 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente Real, Gámbita
Elaboración propia, 2021

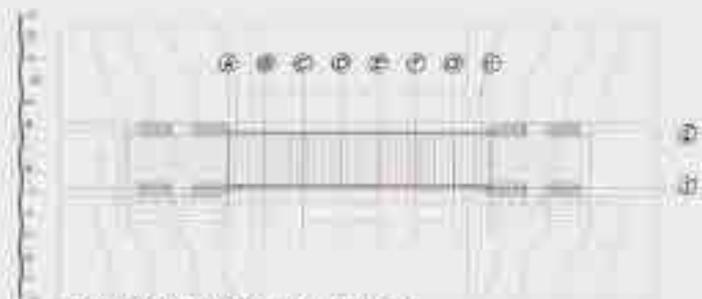
Ilustración N° 100 Puente Real, Gámbita



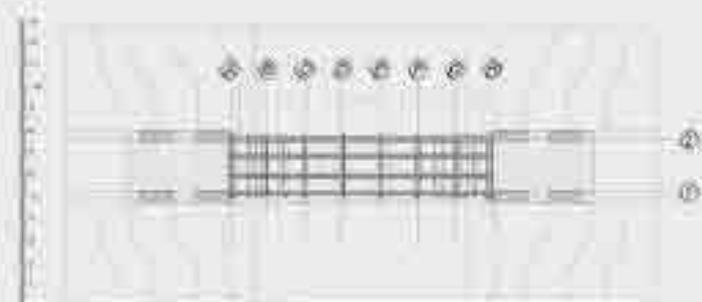
RECONSTRUCCIÓN 3D DEL PUENTE REAL
(GÁMBITA, SANTANDER, COLOMBIA)



DESPIECE TÉCNICO



Planta de Estructura Mueria y Acabados



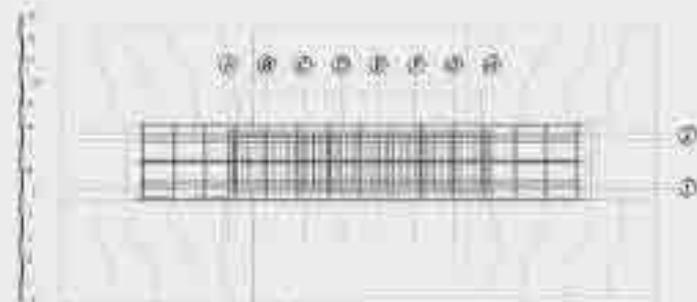
Planta de Estructura de Piso



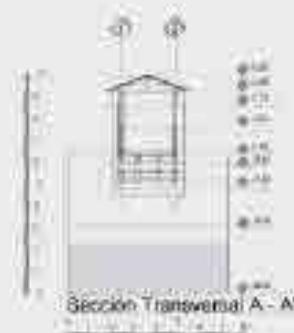
Aizado Norte



Planta de Manto de Cubierta



Planta de Estructura de Cubierta



Sección Transversal A - A



ESC: 1-150

PLANOS TÉCNICOS DEL PUEBLO REAL

DIBUJANTE: MARLON ANDRES MORINELY (2021)

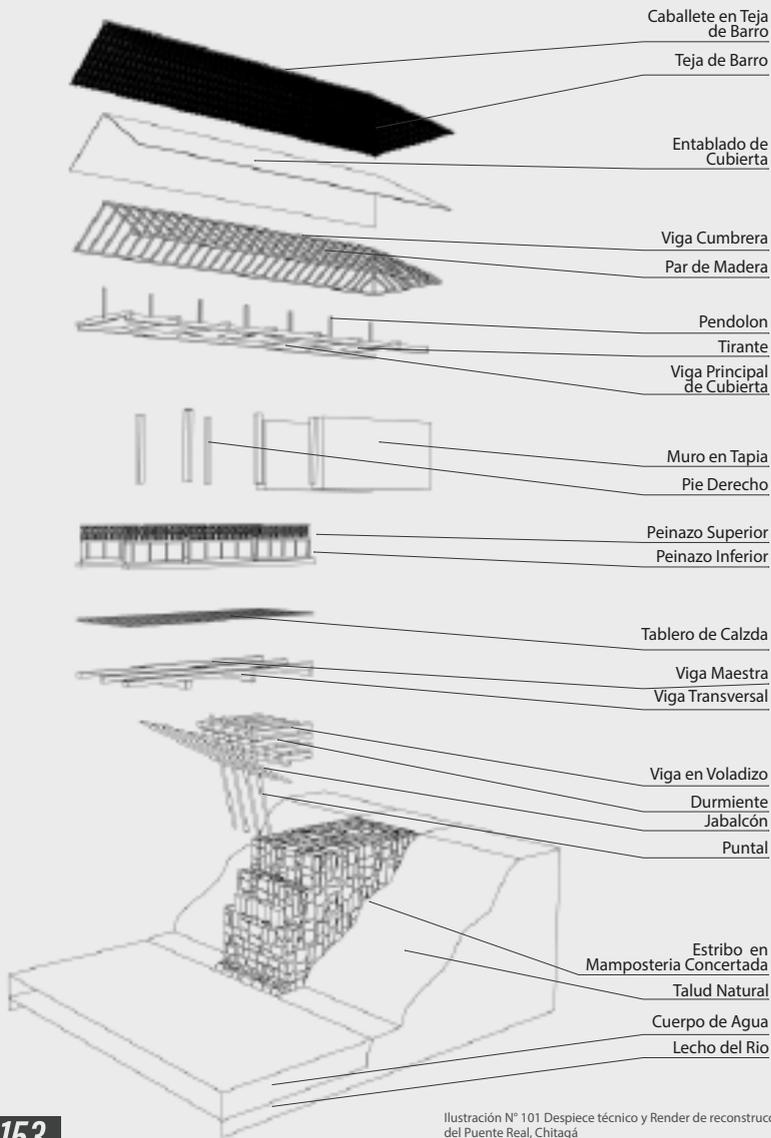


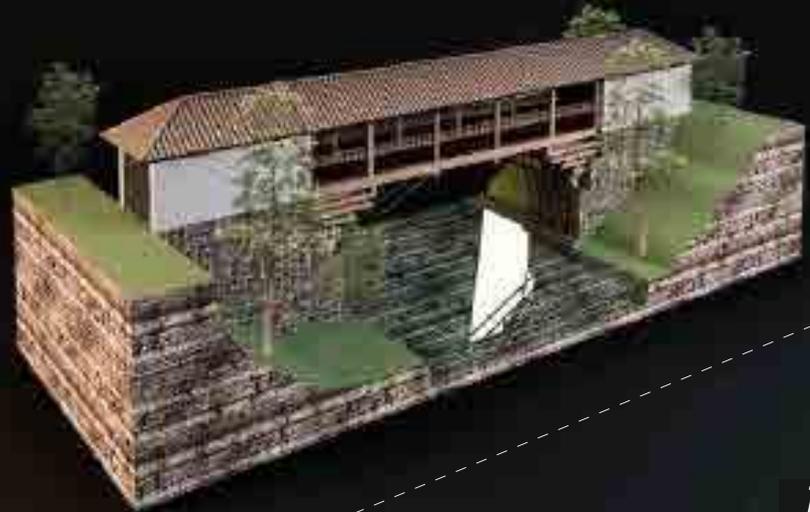
Ilustración N° 101 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente Real, Chitagá
 Elaboración propia, 2021

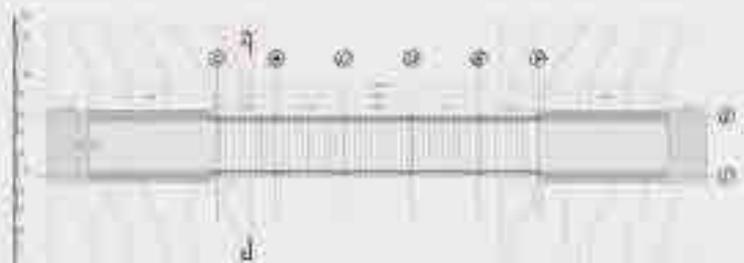
DESPIECE TÉCNICO

Ilustración N° 102 Puente Real, Chitagá

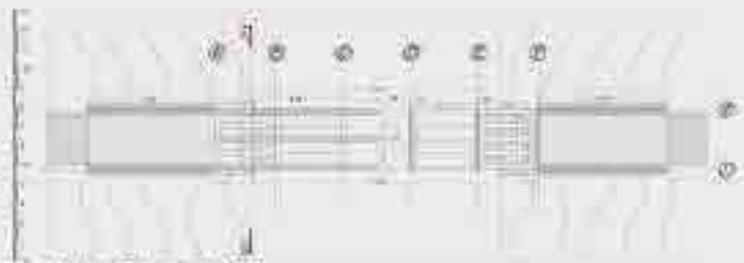


**RECONSTRUCCIÓN 3D DEL PUENTE REAL
 (CHITAGÁ, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)**

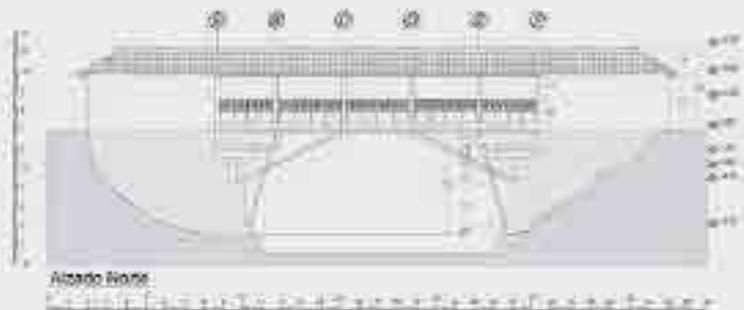




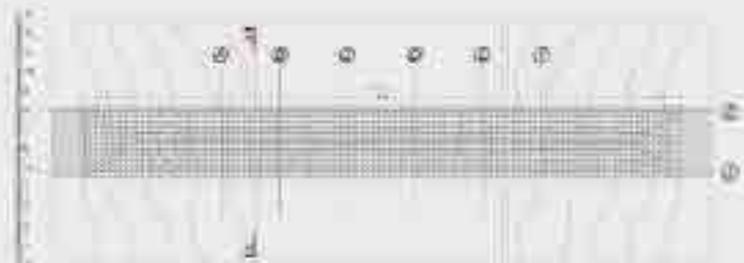
Planta de Estructura Muros y Acabados



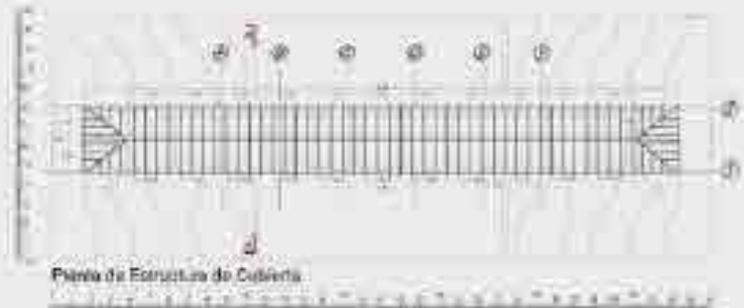
Planta de Estructura de Piso



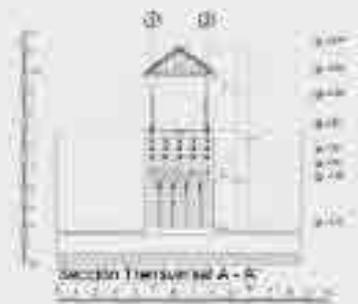
Alzado Norte



Planta de Manto de Cubierta



Planta de Estructura de Cubierta



Sección Transversal A - B



ESC: 1-150

PLANOS TÉCNICOS DEL PUENTE REAL

DIBUJANTE: MARLON ANDRÉS MORINELLY (2021)

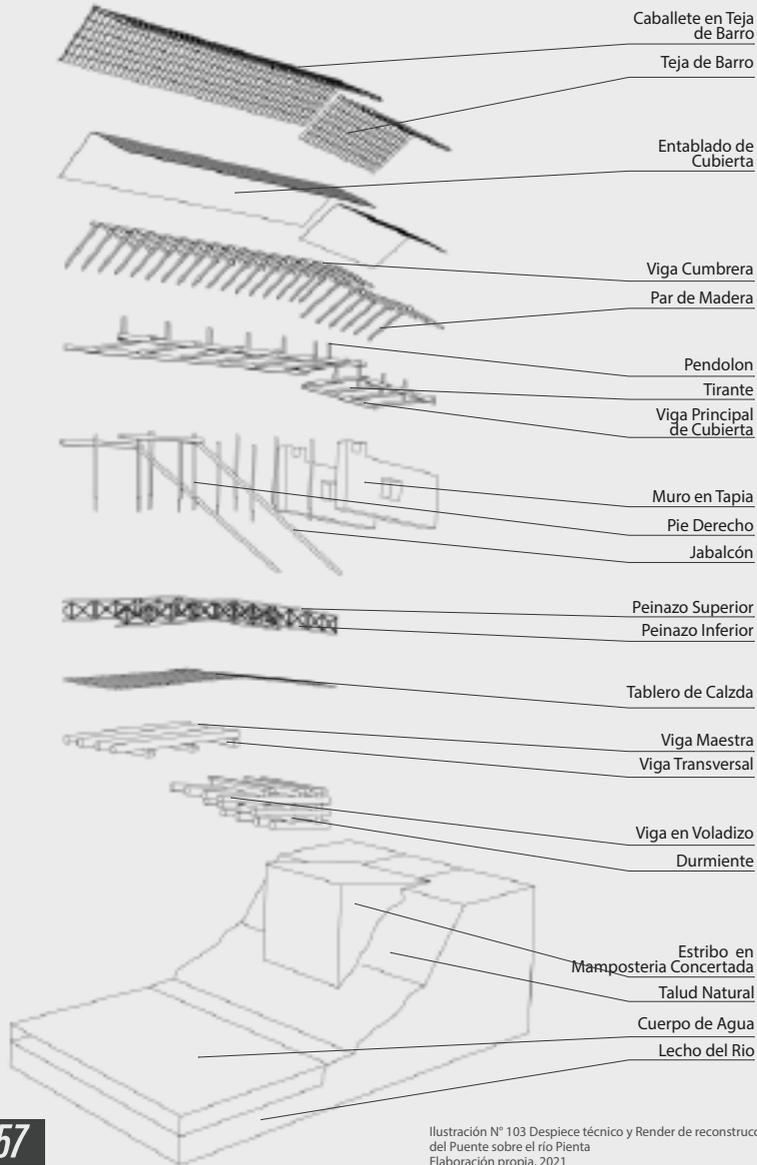


Ilustración N° 103 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente sobre el río Pienta
Elaboración propia, 2021

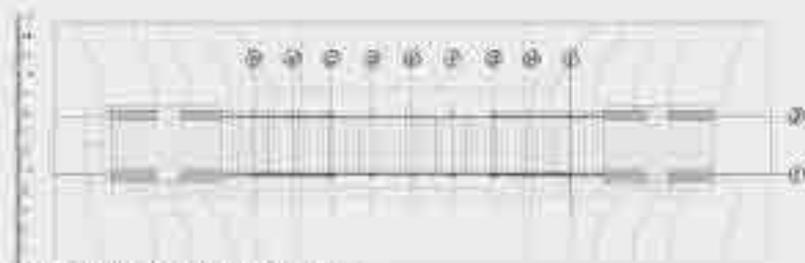
Ilustración N° 104 Puente sobre el río Pienta



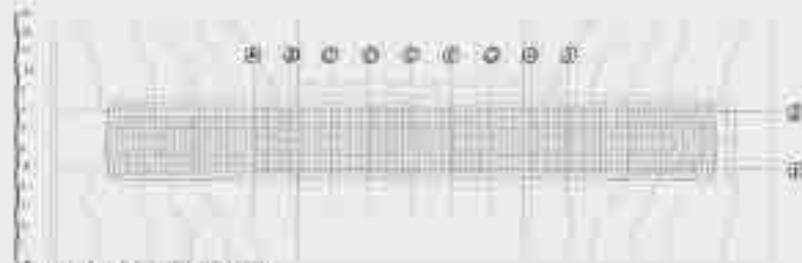
RECONSTRUCCIÓN 3D DE PUENTE DE SOBRE EL RÍO PIENTA (CHARALÁ, SANTANDER, COLOMBIA)

DESPIECE TÉCNICO





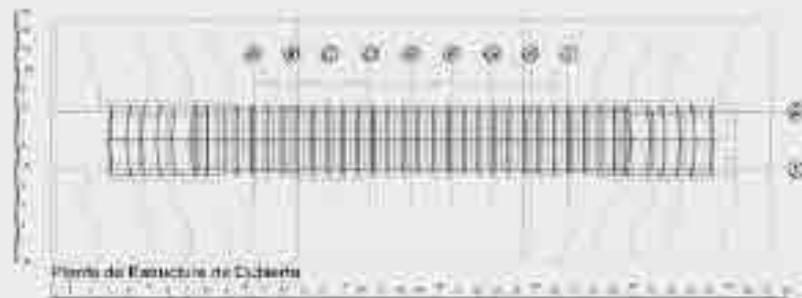
Planta de Estructura Mursaria y Acabados



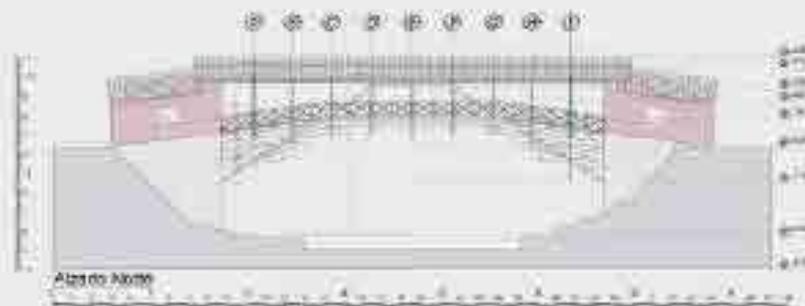
Planta de Manto de Cubierta



Planta de Estructura de Hierro



Planta de Estructura de Cubierta



Alzado Norte



Sección Transversal A-A



ESC: 1-250

PLANOS TÉCNICOS DE PUENTE DE SOBRE EL RÍO PIENTA

DIBUJANTE: MARLON ANDRES MORINELLY (2021)

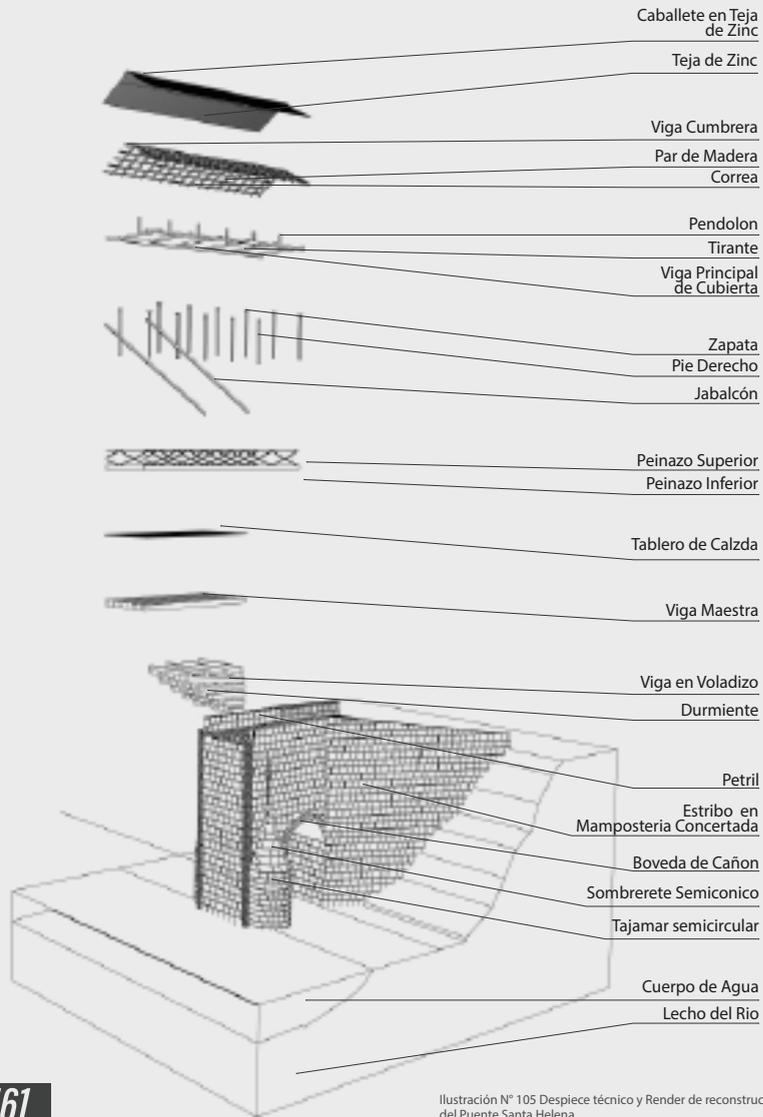


Ilustración N° 105 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente Santa Helena
Elaboración propia, 2021

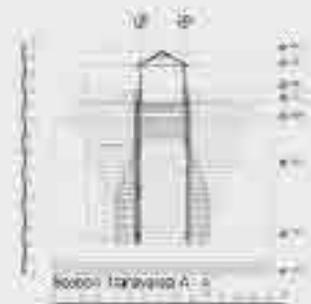
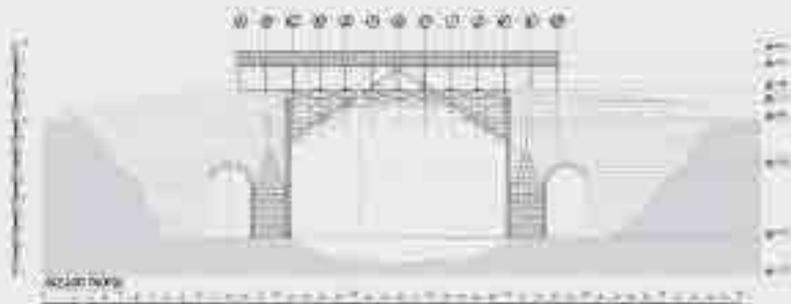
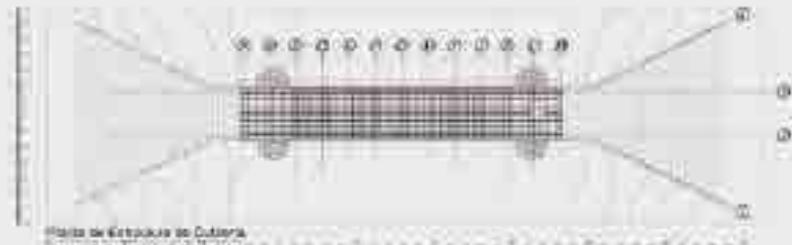
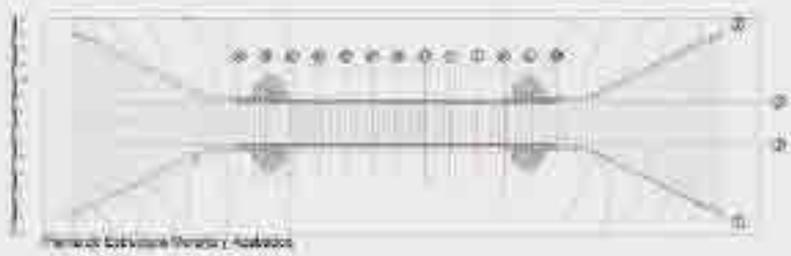
Ilustración N° 106 Puente Santa Helena



RECONSTRUCCIÓN 3D DEL PUENTE SANTA HELENA
(LA DONJUANA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)

DESPIECE TÉCNICO





ESC: 1-250
PLANOS TÉCNICOS DEL PUENTE SANTA HELENA
 DIBUJANTE: MARLON ANDRES MORINELY (2021)

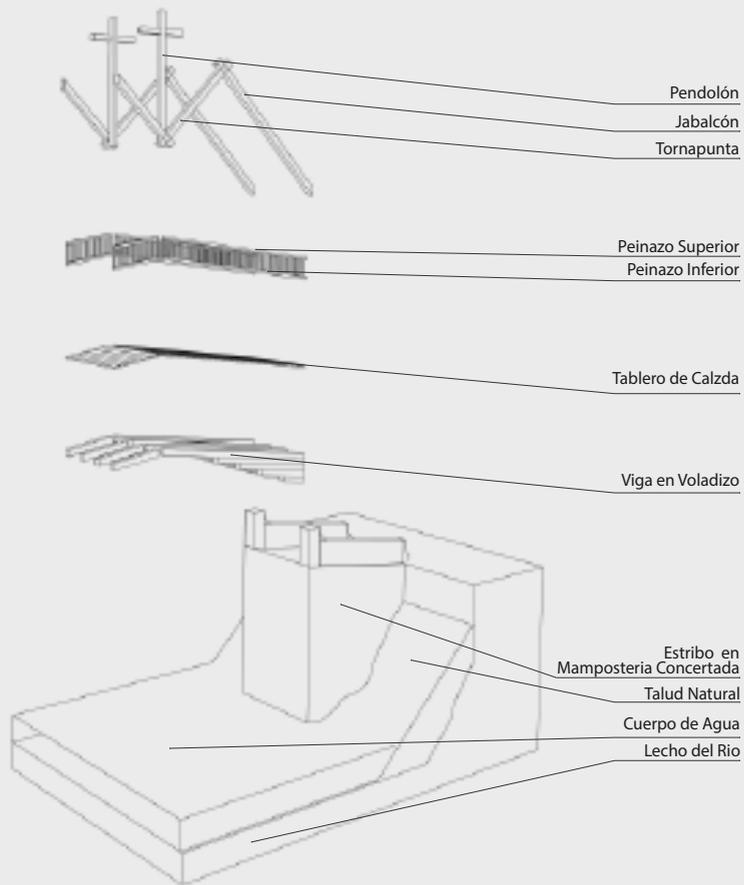
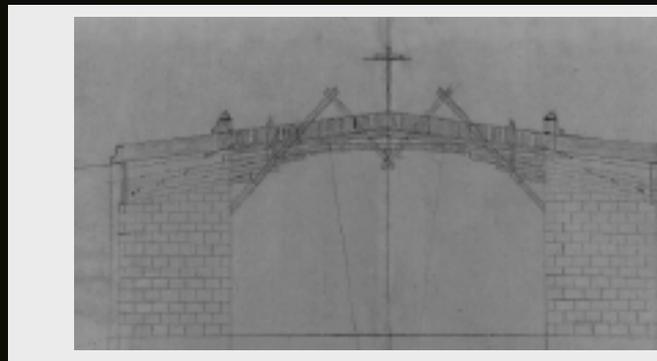


Ilustración N° 107 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente Sobre el río Guali
Elaboración propia, 2021

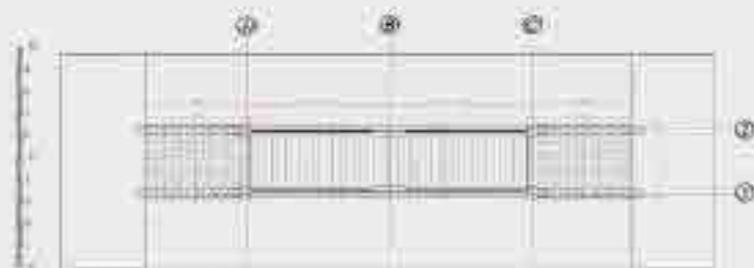
Ilustración N° 108 Puente Sobre el río Guali



RECONSTRUCCIÓN 3D DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUALÍ (TOLIMA, COLOMBIA)



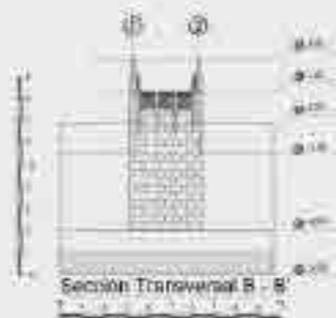
DESPIECE TÉCNICO



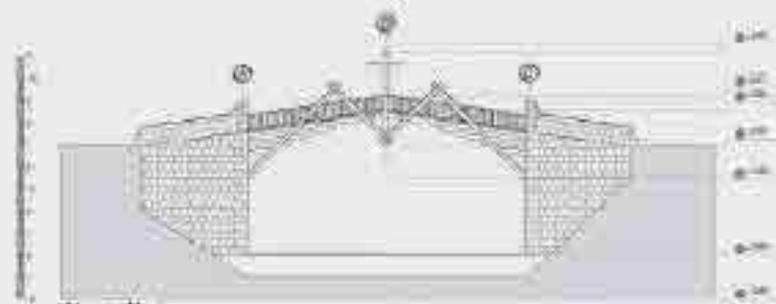
Planta de Acabados



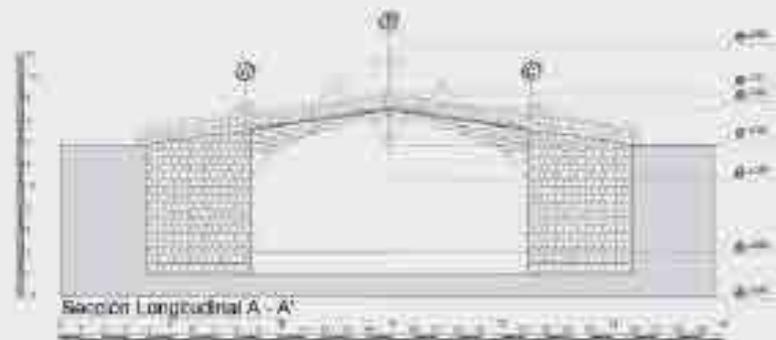
Planta de Estructura de Piso



Sección Transversal B - B'



Alzado Norte



Sección Longitudinal A - A'

ESC: 1-150

PLANOS TÉCNICOS DE PUENTE SOBRE EL RÍO GUALÍ

DIBUJANTE: MARLON ANDRES MORINELLY (2021)



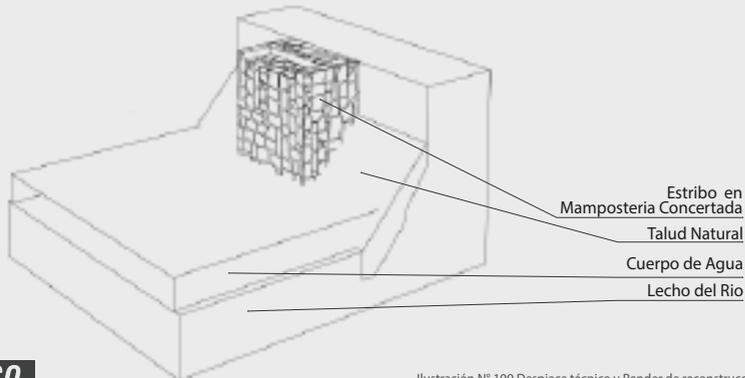
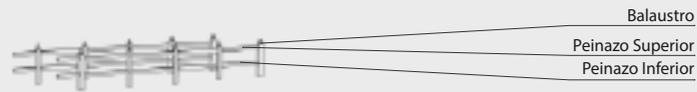
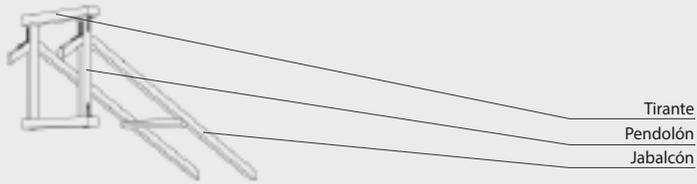
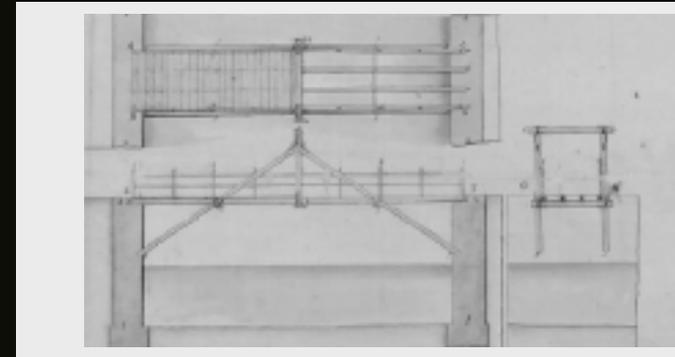


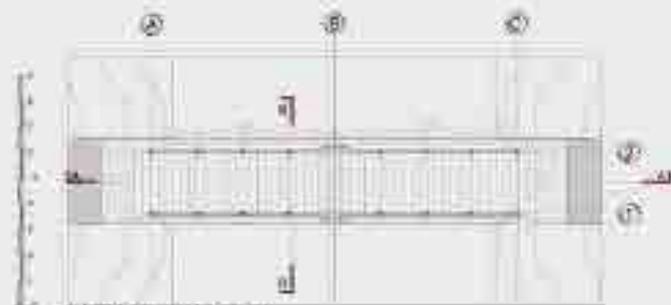
Ilustración N° 109 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente de Madera sobre Estribos
Elaboración propia, 2021



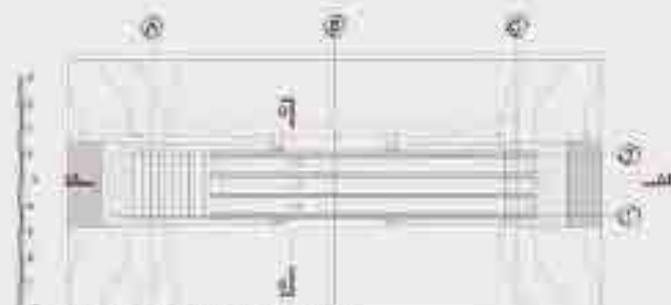
RECONSTRUCCIÓN 3D DE PUENTE DE MADERA SOBRE ESTRIBOS



DESPIECE TÉCNICO



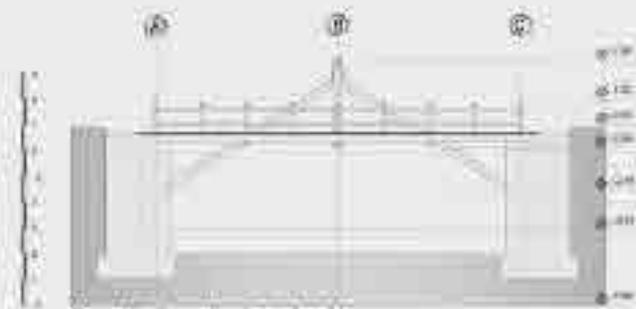
Planta de Acabados



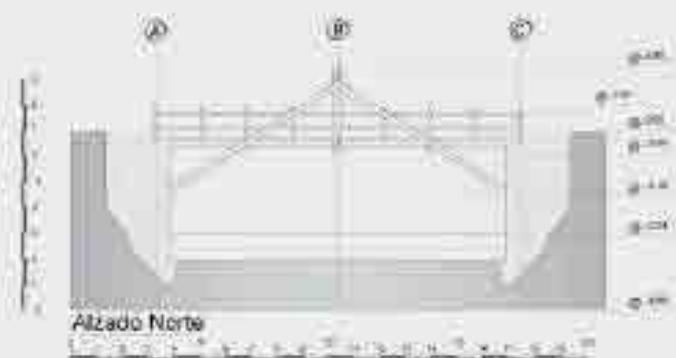
Planta de Estructura de Piso



Vista Interior de Estructura de Piso



Sección Longitudinal A - A'



Alzado Norte



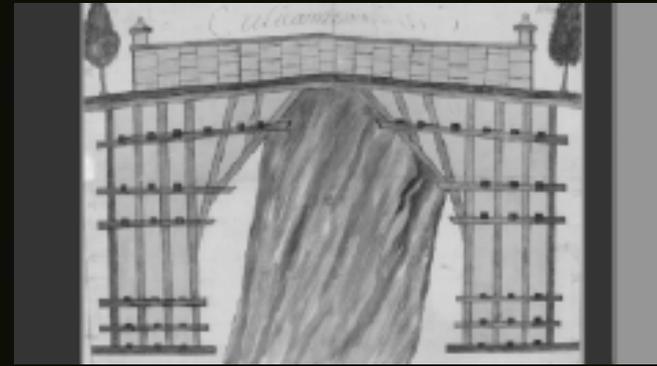
Sección Transversal A - A'

ESC: 1-150

PLANOS TÉCNICOS DE PUENTE DE MADERA
SOBRE ESTRIBOS

DIBUJANTE: MARLON ANDRÉS MORINELLY (2021)





RECONSTRUCCIÓN 3D DE PUENTE SOBRE LA QUEBRADA SANTA ANA

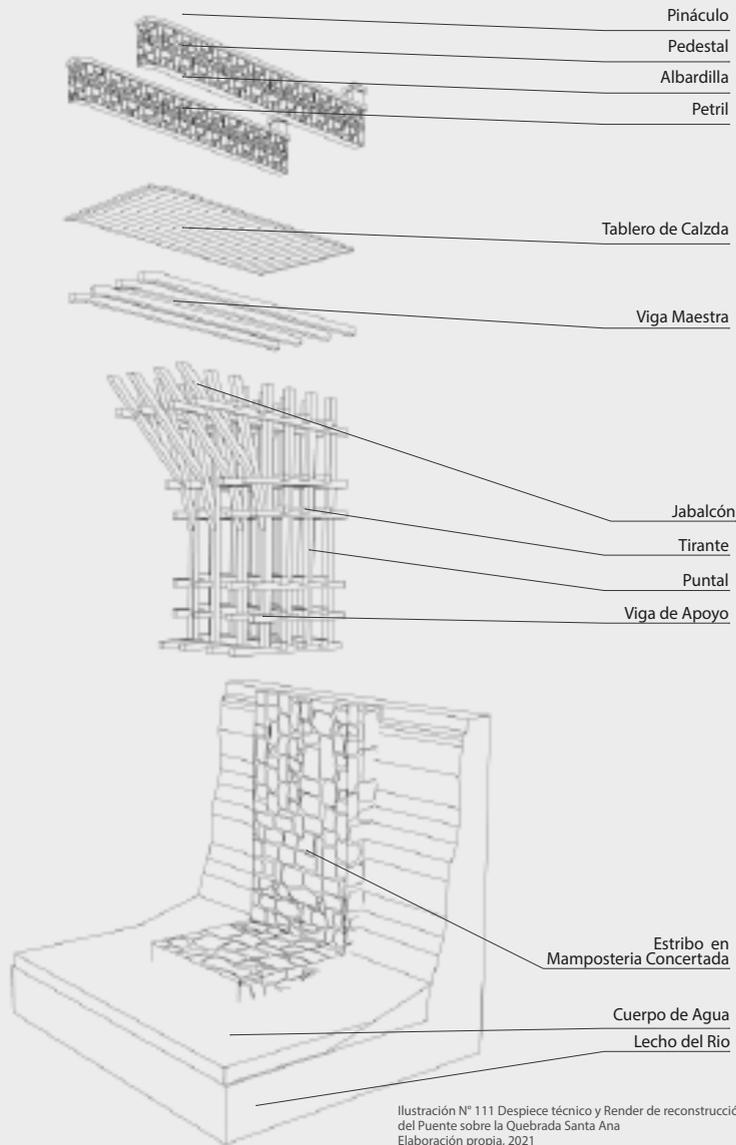
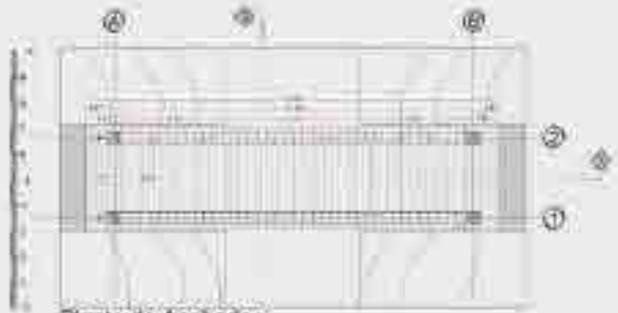
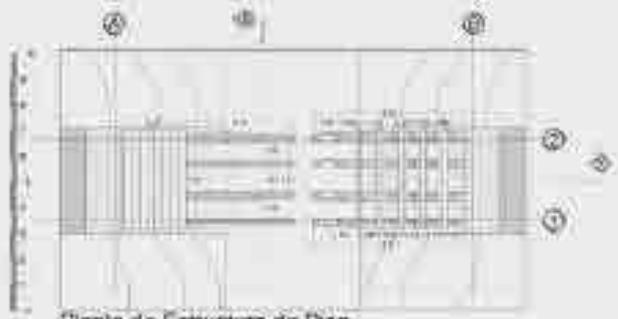


Ilustración N° 111 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente sobre la Quebrada Santa Ana
Elaboración propia, 2021

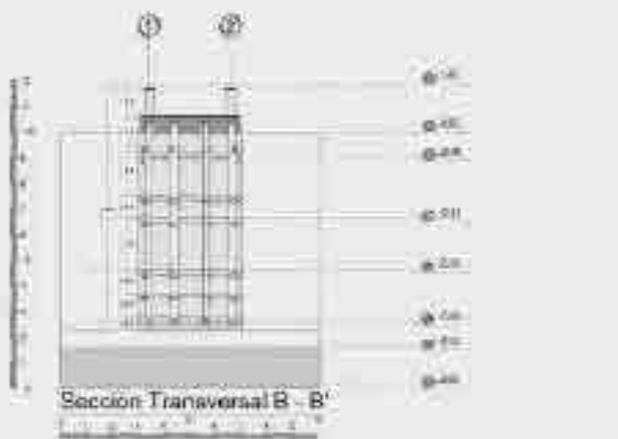
DESPIECE TÉCNICO



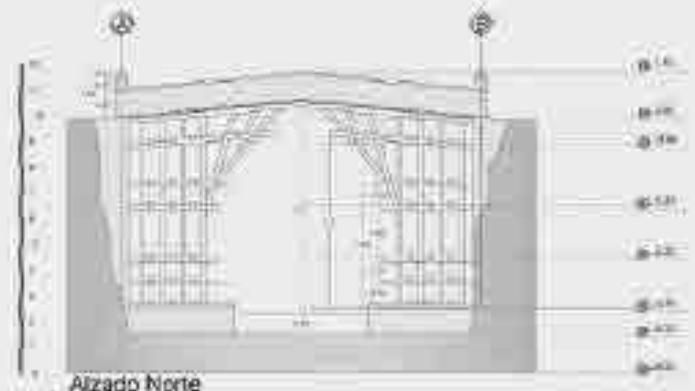
Planta de Acabados



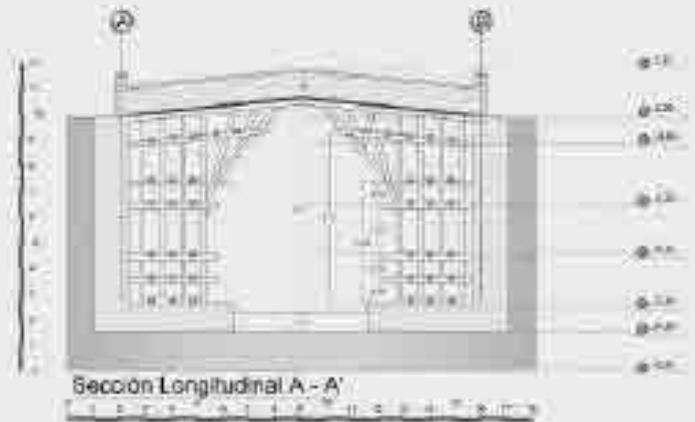
Planta de Estructura de Piso



Sección Transversal B - B'



Alzado Norte



Sección Longitudinal A - A'



ESC: 1-150
 PLANOS TÉCNICOS DE PUENTE SOBRE LA
 QUEBRADA SANTA ANA
 DIBUJANTE: MARLON ANDRES MORINELY (2021)

07

*LOCALIZACIÓN DE LOS PUENTES:
CUCÚTA*



Ilustración N° 113 Panorámica de Cúcuta
Fotografía de revista Contra Luz, Cúcuta (2017)

Con la llegada del ferrocarril y los sistemas industrializados, a facilidad de importación de piezas de fábrica, los puentes colgantes y los puentes de armadura metálica, surgieron en todo el territorio nacional, en suelo urbano de la ciudad de Cúcuta, se erigieron puentes de grandes luces como el caso del Puente el Caiman, desarrollado con un sistema mixto, una primera sección, conformada por sistema de arcos rebajados, y bóvedas de crucería, la segunda sección donde el caudal del río era mayor se resolvió con un puente colgante con cables de aceros, soportado por dos pilones en mampostería, y una calzada suspendida en madera. Por otra parte, se construyeron puentes de armadura metálica, como el puente Araujo o el puente internacional de la frontera, utilizados para conectar las diferentes líneas de la vía férrea de Cúcuta.

08

PUENTES COLGANTES

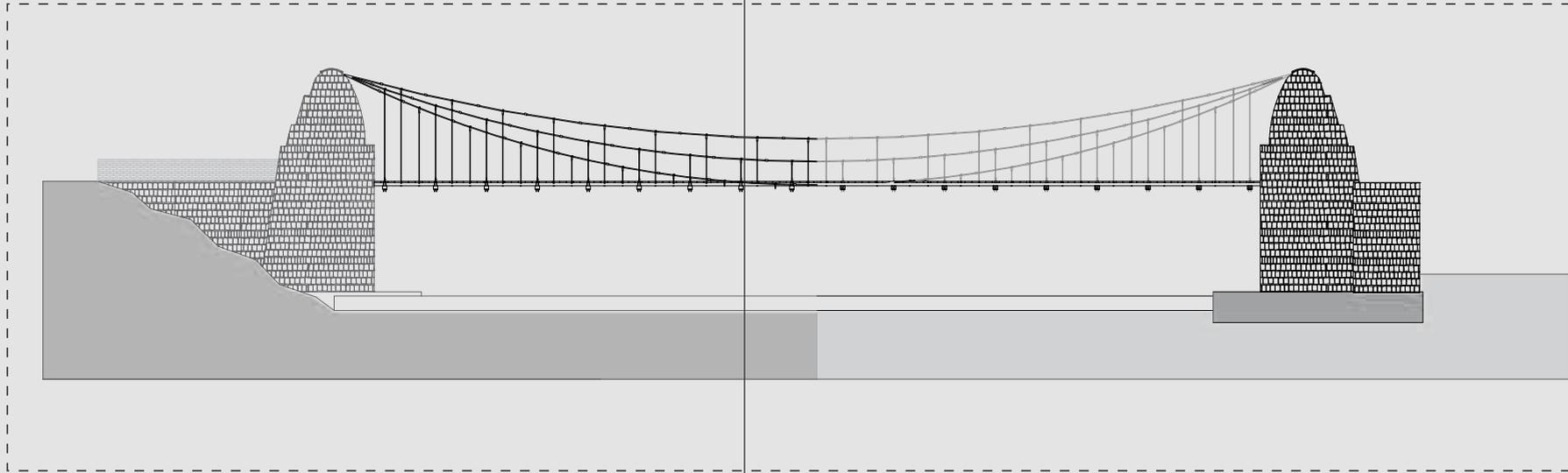


Ilustración N° 116 Corte – Fachada de puente de arco, Puente Potosí en Pamplonita
Elaboración propia, 2021

PUENTE COLGANTE

Se denomina puente colgante a una estructura que permite cruzar, a distinto nivel, un obstáculo y está compuesta por un tablero soportado mediante péndolas verticales o inclinadas de cables, que son la estructura portante, y que cuelgan apoyados en dos torres.

COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PUENTE COLGANTE

Los cables son los elementos más importantes para resistir las cargas externas en la estructura de un puente colgante. El cable puede presentar diversas configuraciones, pero todas ellas se basan en el empleo de alambres delgados de alta resistencia.

En aplicaciones estructurales, la palabra cable por lo general se usa en sentido genérico para indicar un miembro flexible solicitado a tensión. Se encuentran disponibles varios tipos de cables para el uso en puentes soportados por ellos.

La carga del tablero se transmite a través de las péndolas (cables verticales) a la catenaria (cable curvo) que traslada el flujo de carga a los pilones y de hay al cimiento macizo

Puente suspendido

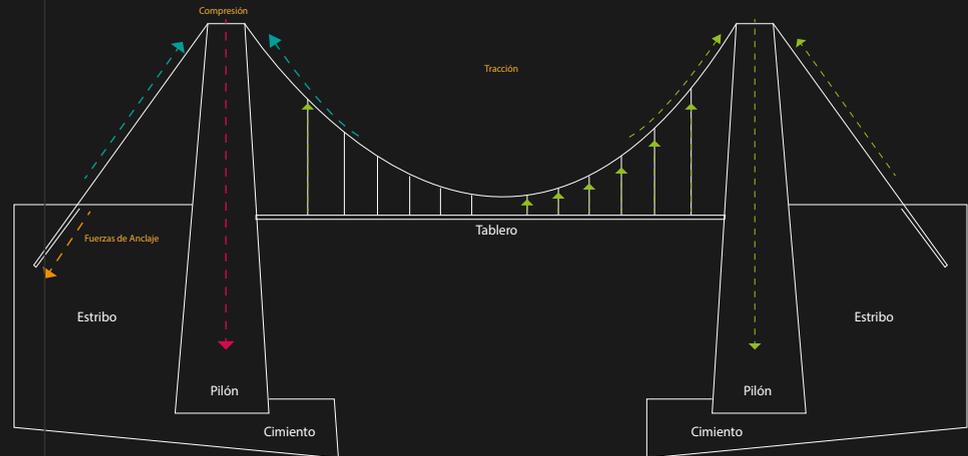


En los puentes suspendidos los cables principales se disponen de pila a pila, sosteniendo el tablero mediante cables secundarios verticales, trabajando principalmente a tracción.

Puente atirantado



En los puentes de tirantes los cables son pretensados. Teniendo en cuenta aspectos económicos y funcionales, tienen partes que trabajan a tracción y otras a compresión.



PUENTES COLGANTES EN LA AMÉRICA PREHISPÁNICA

La construcción primitiva de puentes colgantes tuvo un origen incierto, la falta de escritos entre las comunidades indígenas prehispánicas solo a partir de documentos redactados por los propios españoles durante el período de conquista se pueden obtener descripciones de los puentes

El puente más singular de los usados en aquellos países era el que los españoles llamaron hamaca. Era un tejido de cuerdas naturales de cierto árbol más flexible que el mimbre, pero más grueso y fuerte, llamado en América bejuco, cuyas extremidades colgaban de dos árboles de orillas opuestas, quedando el tejido colgando en medio, a guisa de columpio.



Ilustración N° 118 Puente de fibras vegetales sobre el río Pampas (Perú), en una crónica de 1865

En los siguientes años se usaron métodos industrializados, la elección de un sitio apropiado, debido a su forma geométrica, debían quedar protegidos de las corrientes de los ríos, los materiales usados en la fabricación de los cables no eran más que fibras vegetales trenzadas las cuales conformaban cuerdas muy gruesas resistentes a la tracción.

Las cuerdas, a su vez, se acompañaban de piezas de madera atadas entre sí para dar forma al tablero o piso - las cuerdas se ataban por sus extremos a bloques naturales de piedra que servían de apoyos. En cualquier caso, la corta vida de los materiales daba técnicas que podían variar de un lugar a otro, trabajos hecho a mano, el cual abarcó desde el secado de fibras extraídas de diferentes variedades de plantas



Ilustración N° 119 Puente Colgante de Bejuco sobre el Río Zulia, (Santander) Gutiérrez de Alba, José maría 1822-1897

PUENTES COLGANTES EN COLOMBIA SIGLO XIX

El incremento de los puentes colgantes en Colombia se ve a partir de mediados del siglo XIX, puentes con grandes luces, suspendidos por cables anclados a pilones construidos en mampostería concertada de piedra o de ladrillo.



Ilustración N° 120 Puente de la Iglesia sobre el río Cauca construido en 1885
Fotografía Melitón Rodríguez. Archivo BPP



Ilustración N° 121 Puente La Cabaña sobre el río Piedras.
Fotografía de Melitón Rodríguez. Archivo BPP



Ilustración N° 122 Puente Colgante de San Rafael (Provincia de Cúcuta)

En algunos casos los puentes no fueron resueltos por un solo sistema, como en el caso del puente de San Rafael en la provincia de Cúcuta, resuelto en dos secciones la primera parte por un sistema de bóvedas y la siguiente donde el cauce del río era mayor, por un puente colgante.

Alma

Alambre

Torón

Cable

ESTRUCTURA DEL CABLE

Un cable de acero es un conjunto de alambres de acero, retorcidos helicoidalmente, que constituyen un alambre de metal apta para resistir esfuerzos de tracción con apropiadas cualidades de flexibilidad. Estos elementos transmiten fuerzas, movimientos y energía entre dos puntos, de una manera predeterminada para lograr un fin deseado

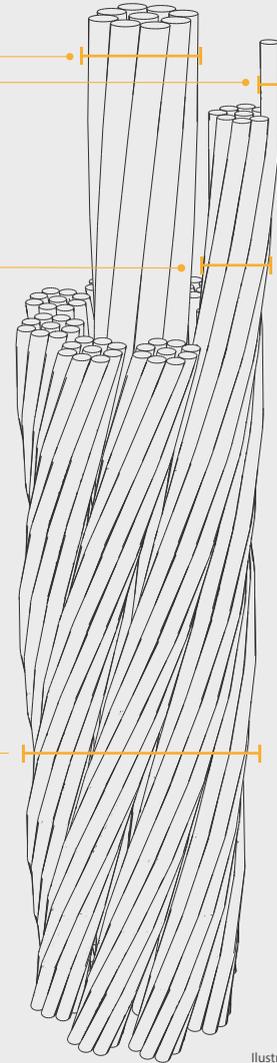


Ilustración N° 123 Estructura de Cable
Elaboración propia, 2021

ESLINGAS Y TERMINADOS DE CABLE

Sistema de Bobinas de Cable

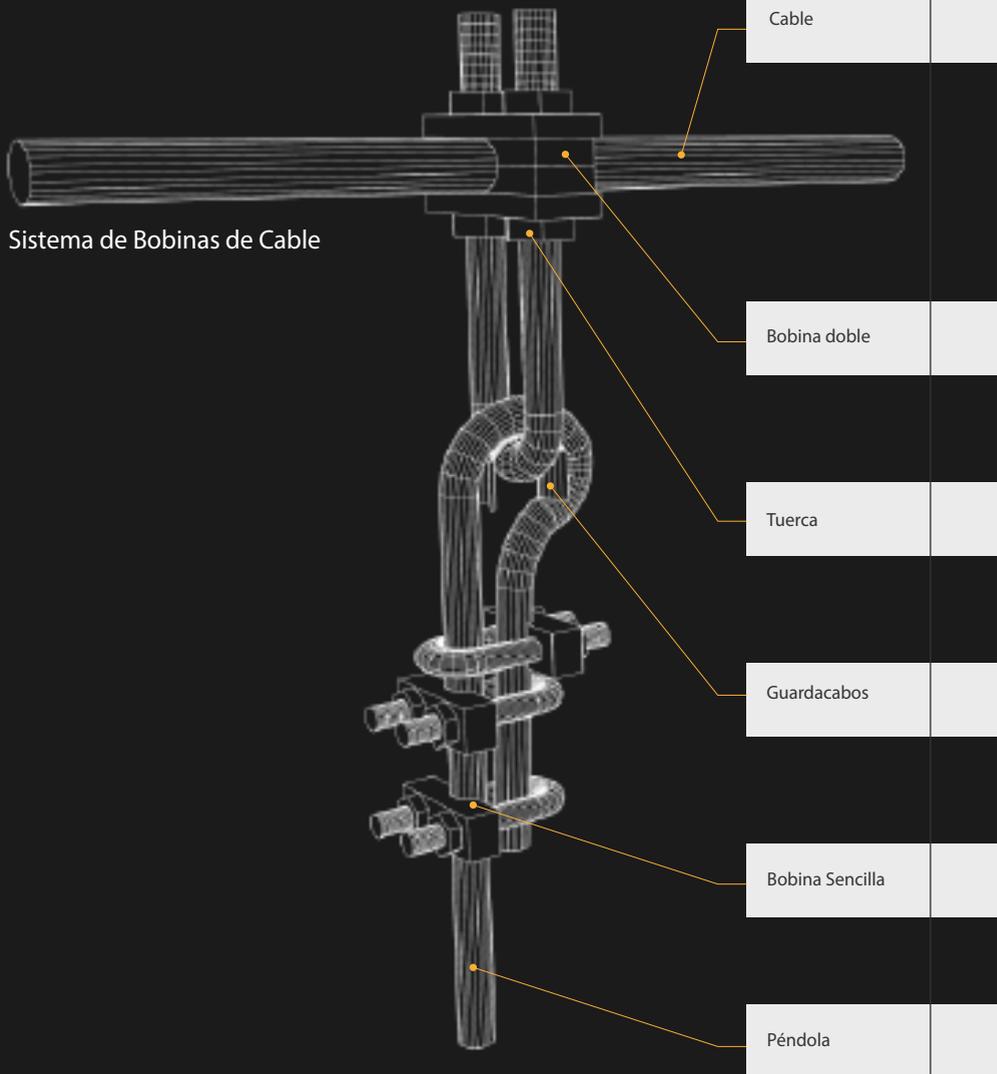


Ilustración N° 126 vista inferior del Puente colgante de Jánovas
Mange.Xataka

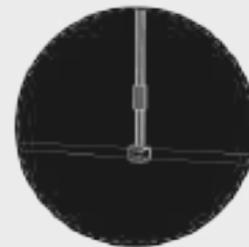


Ilustración N° 127 vista lateral del Puente colgante de Jánovas
Mange.Xataka



Ilustración N° 128 Sistema de bobinas
Mange.Xataka

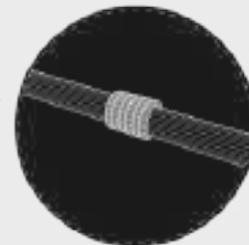
Templador de Péndola



Amarre Sensillo



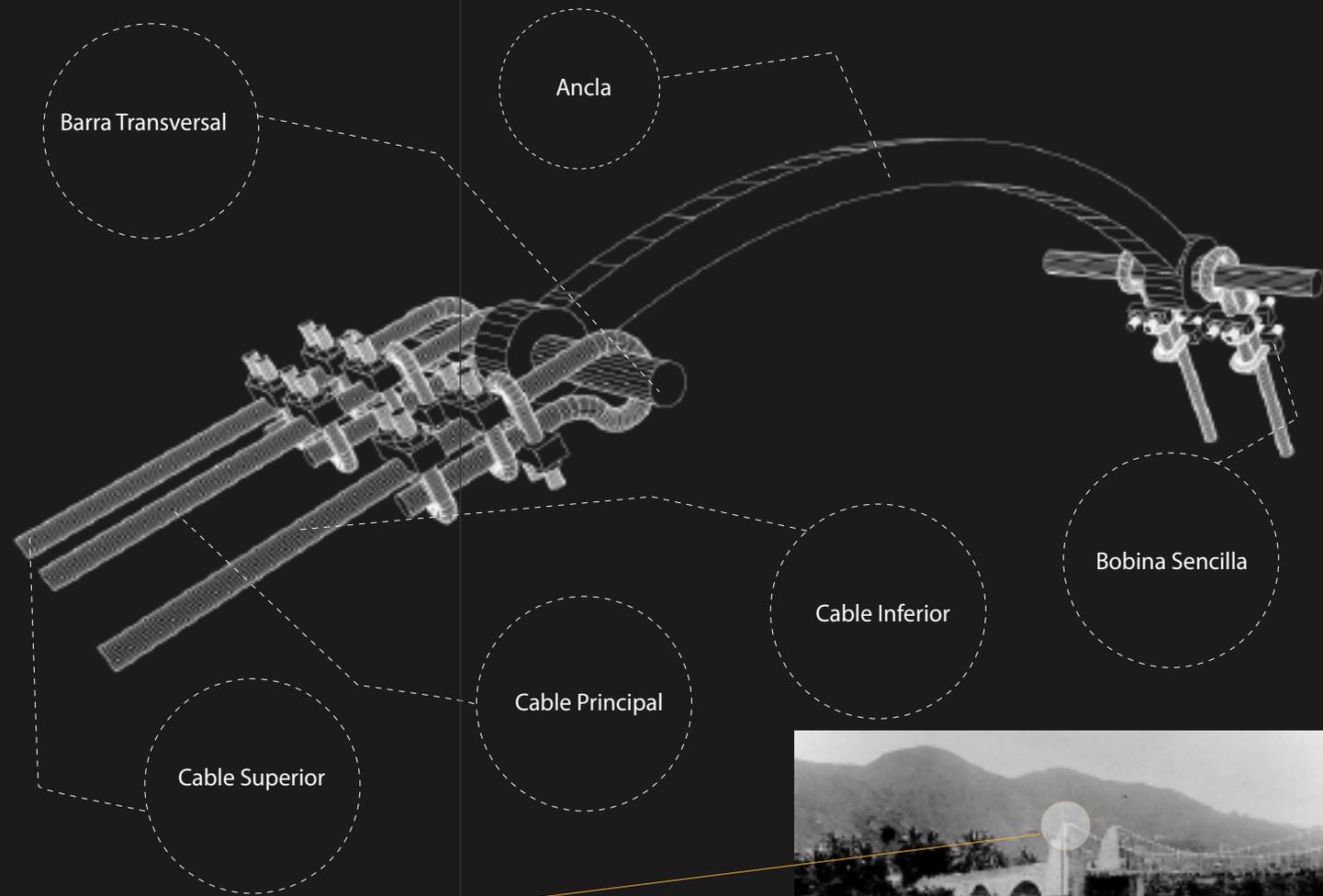
ligadas de cables



Anclaje de Péndola a la Viga



Ilustración N° 125 Amarre de cables
Elaboración propia, 2021



SITEMA DE ANCLAJE SOBRE PILÓN

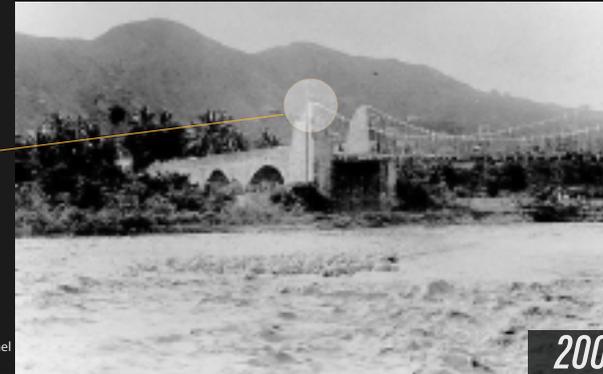
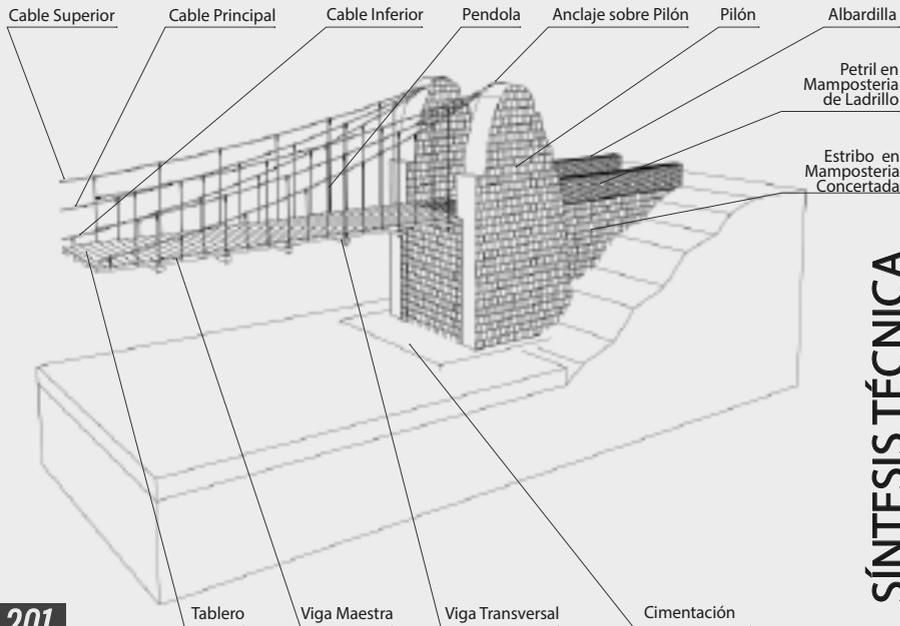


Ilustración N° 130 Puente Colgante de San Rafael
(Provincia de Cúcuta)

Ilustración N° 132 Síntesis técnica y Render de reconstrucción 3d del Puente El Caiman
Elaboración propia, 2021

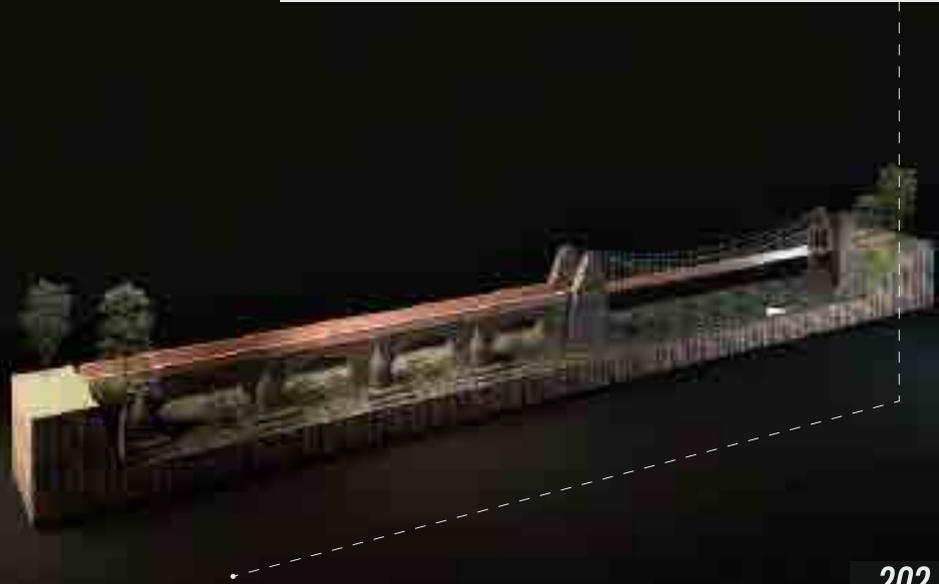


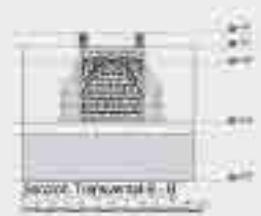
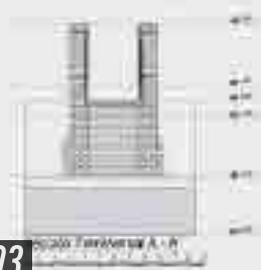
SÍNTESIS TÉCNICA

Ilustración N° 133 Puente El Caiman
Elaboración propia, 2021



RECONSTRUCCIÓN 3D DEL PUENTE EL CAIMAN
(CUCÚTA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)





ESC: 1-250
 PLANOS TÉCNICOS DEL PUENTE EL CAIMAN
 DIBUJANTE: MARLON ANDRÉS MORINELLY (2021)

09

PUENTES DE ARMADURA METALICA

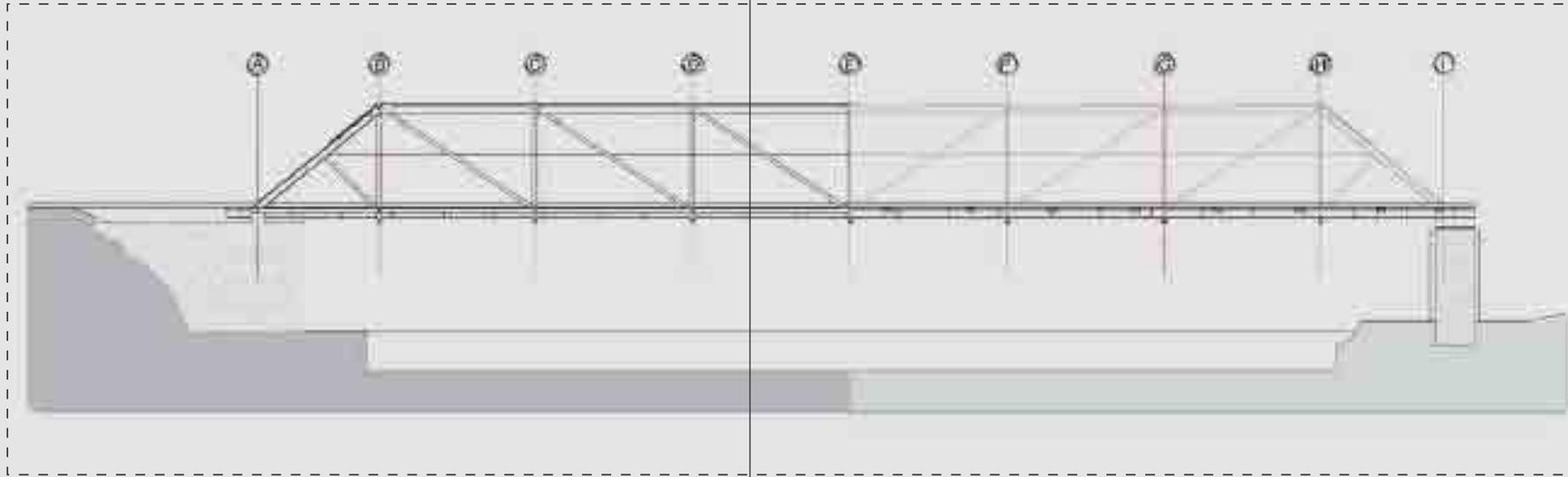


Ilustración N° 134 Corte - Fachada de puente de armadura metálica, Puente Araujo en Cúcuta
Elaboración propia, 2021

PUNTES DE ARMADURA METALICA

Es un puente desarrollado a partir de armaduras formadas por barras rectas interconectadas en nudos formando triángulos planos (en celosías planas) o pirámides tridimensionales (en celosías espaciales). estos nudos se unen a partir de remaches o soldadura, y a si vez se refuerzan con pernos que atraviesa las diferentes barras.

FUNCION ESTRUCTURAL DE LOS PUENTES DE ARMADURA

La armadura funciona de forma análoga a la viga. La hilera superior de elementos, llamado cordón superior, queda en compresión, al igual que el ala superior de la viga. Los elementos que forman el cordón inferior, como el ala inferior de la viga, quedan en tensión. Los elementos verticales y diagonales que van de uno a otro cordón quedan en tensión o en compresión según la configuración y según cambia la posición de la carga móvil. Los elementos sujetos sólo a tensión bajo cualquier patrón de carga posible son esbeltos. Los demás elementos son más masivos; pueden ser piezas que dejen el centro hueco y que a su vez estén formadas por pequeños elementos triangulares.

Una armadura consta de elementos rectos que se conectan en nodos. Los elementos de la armadura solo están conectados en sus extremos; por tanto, ningún elemento continúa más allá de un nodo. Básicamente, la armadura más sencilla es la aquella que está compuesta por 3 nodos, formando así un triángulo.

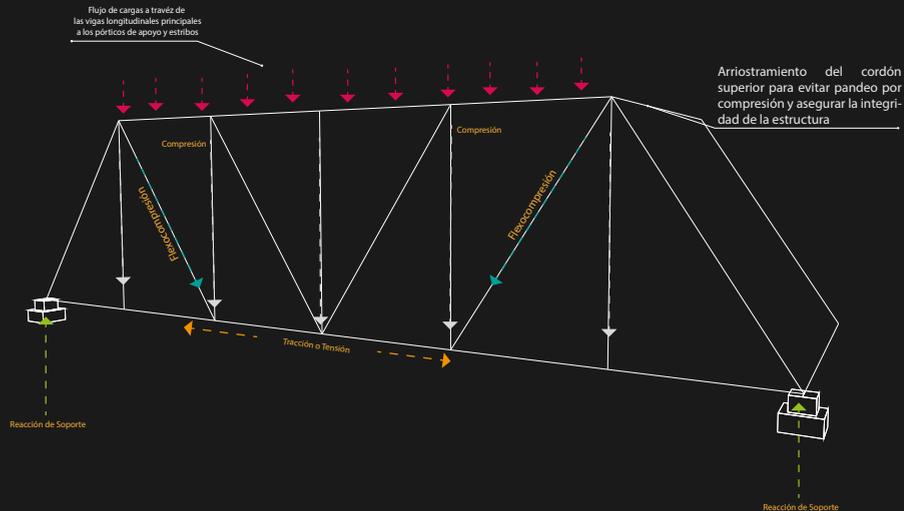
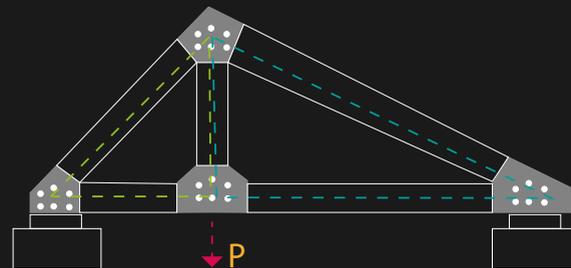


Ilustración N° 135 Función estructural de los puentes de armadura metálica
Elaboración propia, 2021



El K Truss es una versión un poco más complicada del Pratt Truss. Su principal diferencia es que los miembros verticales se han acortado. - mejorando su resistencia contra el pandeo. Sin embargo, tiene ventajas y desventajas similares a la Truss

El sistema Pratt se ha utilizado en los últimos dos siglos como un método de truss efectivo. Los miembros verticales están en compresión, mientras los miembros diagonales están en tensión. Esto simplifica y produce un diseño más eficiente ya que el acero en los miembros diagonales (en

Las armaduras de Howe son esencialmente lo opuesto a las armaduras de Pratt en términos de geometría. De hecho, mirando una armadura de Pratt al revés visualizará una especie de armadura de Howe. Toda la estructura sigue siendo relativamente igual, pero las llaves diagonales ahora están ocupando las articulaciones opuestas o desocupadas.

El sistema Warren es otro sistema de estructura de celosía muy popular y se identifica fácilmente por su construcción a partir de triángulos equiláteros. Una de las principales ventajas de un Warren Truss es su capacidad para distribuir la carga de manera uniforme en varios miembros

Las armaduras de los puentes adoptan formas muy variadas, estas son extremadamente fuertes y el tipo de armadura seleccionado dependerá de la función y el emplazamiento de la construcción del puente.
Estas armaduras se fabrican con elementos rectos que se conectan en sus extremos, dichos extremos se llaman nudos o nodos.

TIPOS DE ARMADURA DE PUENTES



Ilustración N° 136 Tipos de armadura de puentes
Elaboración propia, 2021

ARMADO DE NUDOS

Los elementos de las armaduras casi siempre son delgados y endebles, por lo tanto, pueden soportar solo cargas muy pequeñas, es por eso que se hace necesario que todas las cargas vayan dirigidas hacia los nudos. Estos elementos están unidos por conexiones soldadas o remachadas, y a su vez reforzadas con pernos.

Ilustración N° 138 Puente Araujo, Cúcuta



Arriostamiento Transversal

Placa de Traslapo

Remache

Montante

Viga de amarre de Montante

Larguero de Piso

Arriostamiento Superior

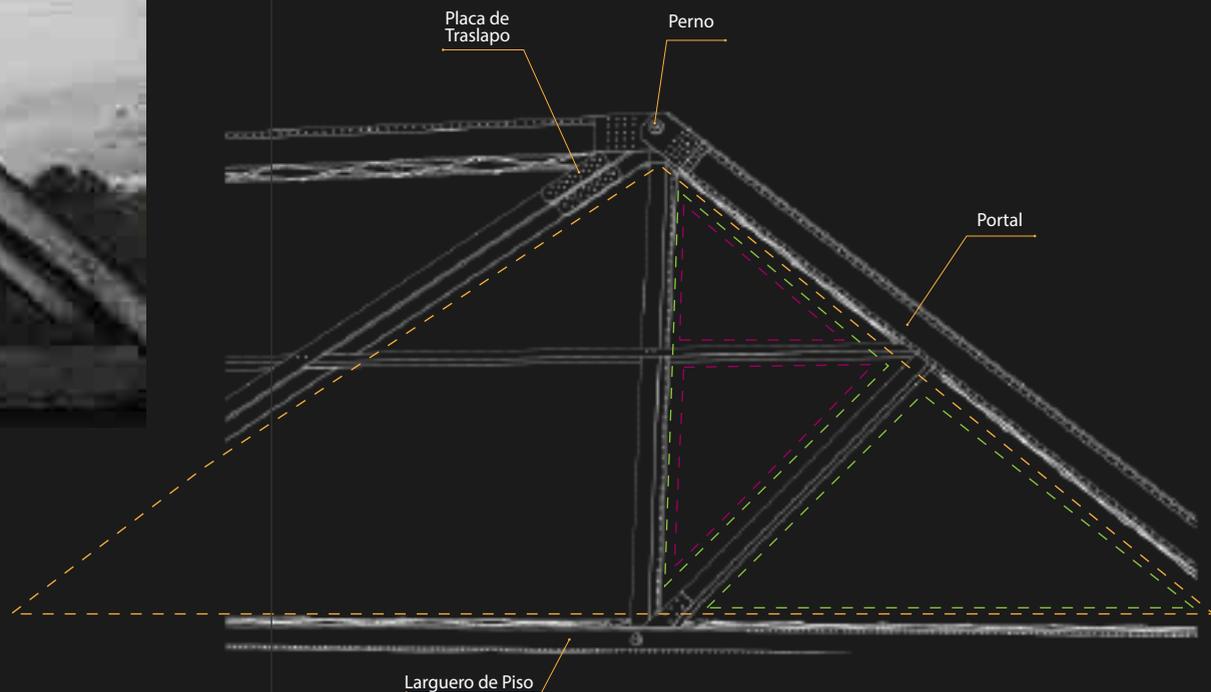
Perno

Portal

Ilustración N° 137 Armado de nudos
Elaboración propia, 2021



Ilustración N° 139 Armadura Lateral
Elaboración propia, 2021



MONTAJE DEL PUENTE A PARTIR DE ARMADURAS RECTANGULARES

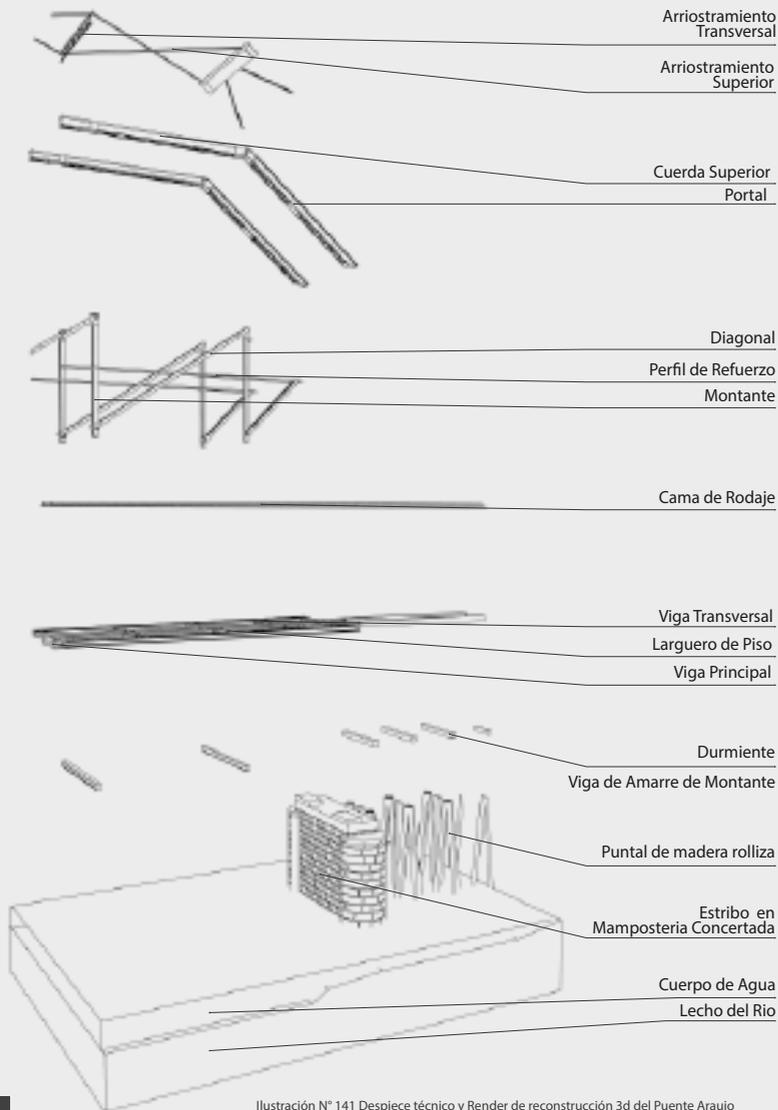


Ilustración N° 141 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente Araujo
Elaboración propia, 2021

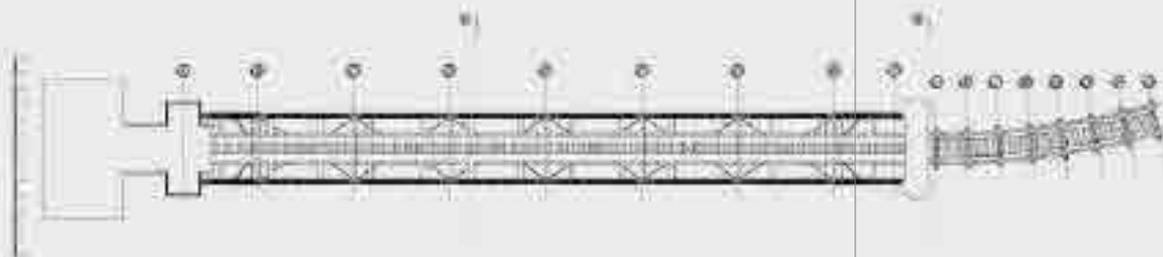
DESPIECE TÉCNICO

Ilustración N° 142 Puente Araujo

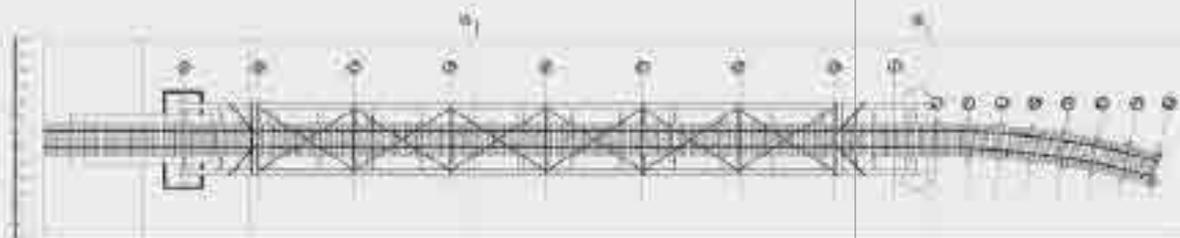
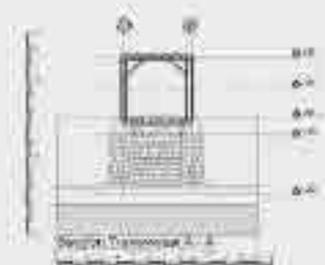


RECONSTRUCCIÓN 3D DEL PUENTE ARAUJO
(CUCÚTA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)

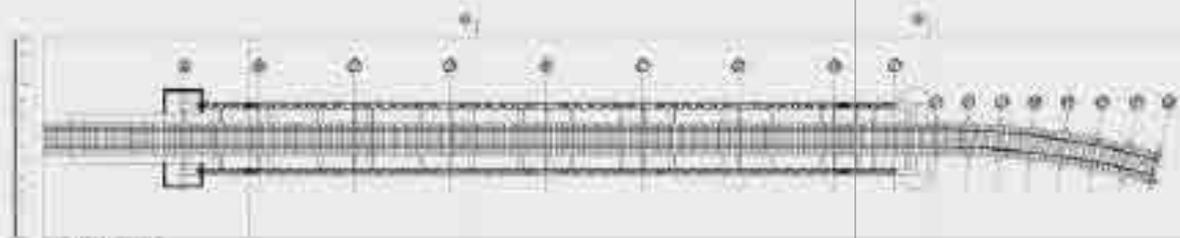
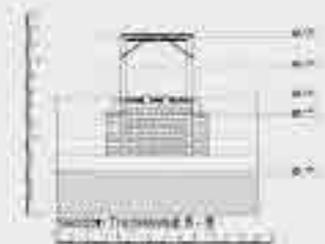




Plano de Estructura - Vista Interior



Plano de Acabados - Vista Exterior



Plano de Cables



Vista de Fachas

ESC: 1-250

PLANOS TÉCNICOS DEL PUENTE ARAUJO

DIBUJANTE: MARLON ANDRES MORINELLY (2021)



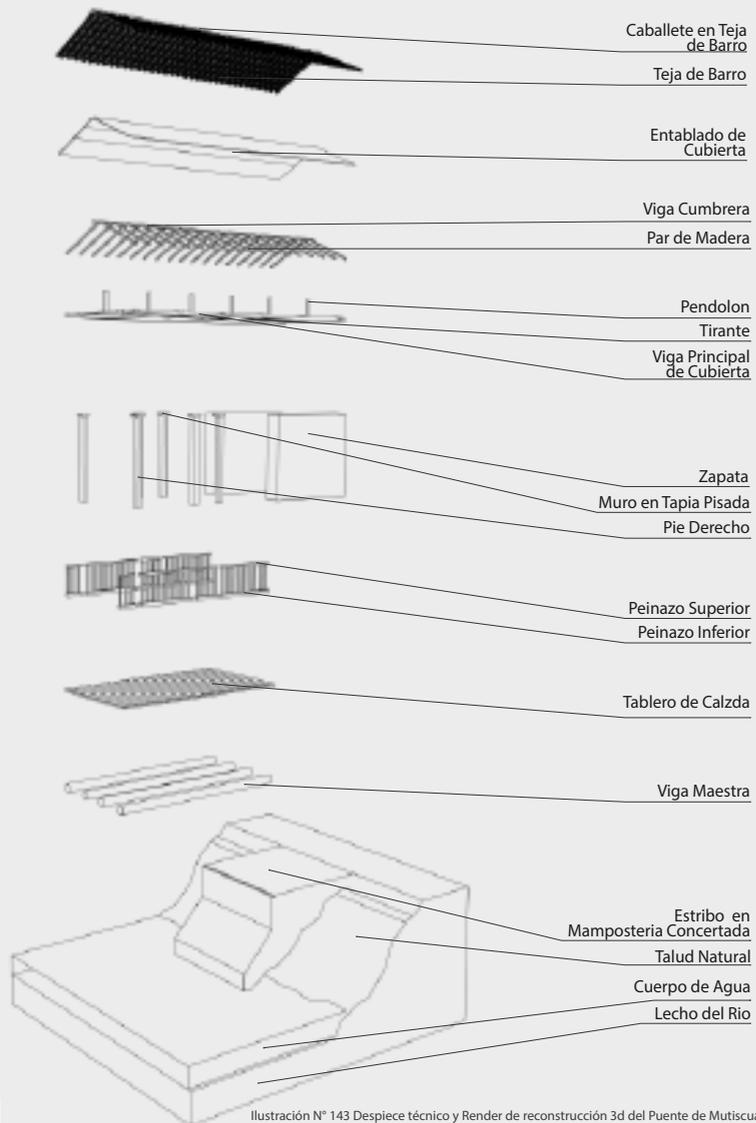


Ilustración N° 143 Despiece técnico y Render de reconstrucción 3d del Puente de Mutiscua
Elaboración propia, 2021

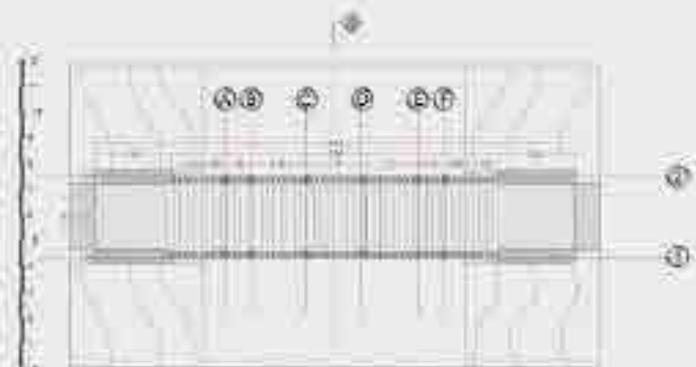
Ilustración N° 144 Puente de Mutiscua



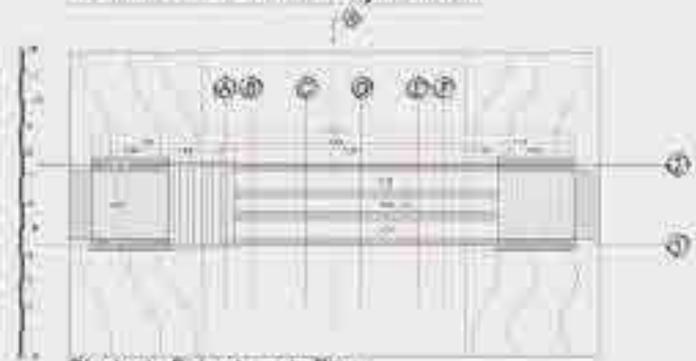
RECONSTRUCCIÓN 3D DE PUENTE DE MUTISCUA
(MUTISCUA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)

DESPIECE TÉCNICO

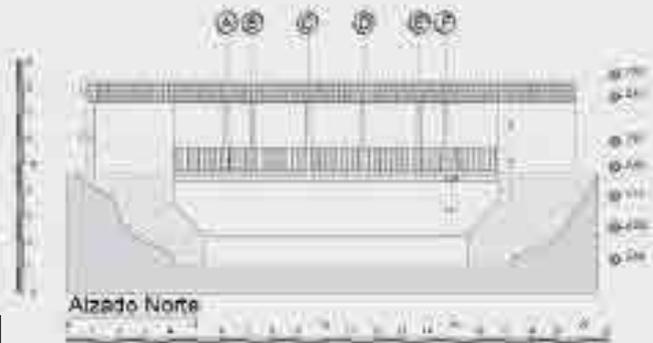




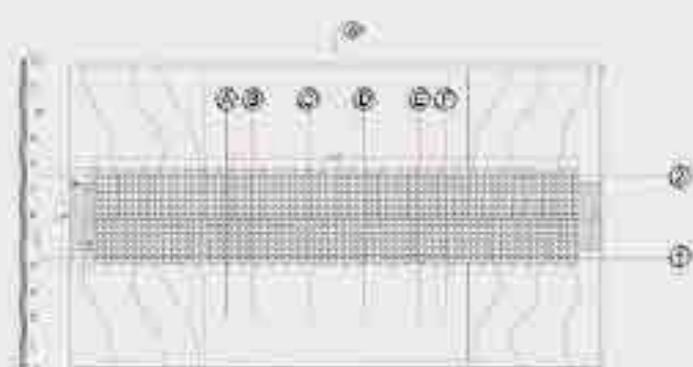
Planta de Estructura Muraria y Acabados



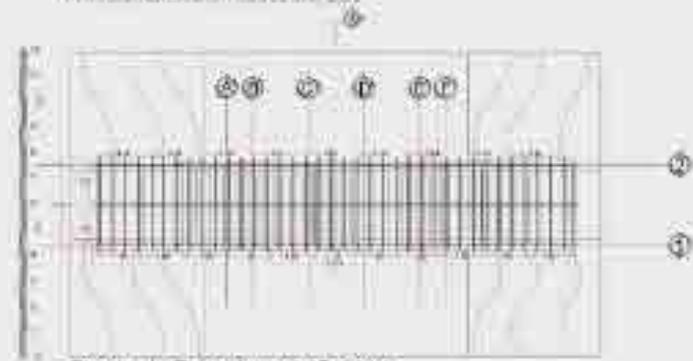
Planta de Estructura de Piso



Alzado Norte



Planta de Manto de Cubierta



Planta de Estructura de Cubierta



Sección Transversal A - A'

ESC: 1-150

PLANOS TÉCNICOS DE PUENTE DE MUTISCUA

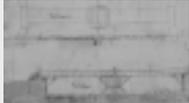
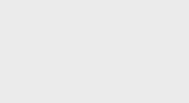
DIBUJANTE: MARLON ANDRES MORINELLY (2021)



10

CONCLUSIONES

CUADRO TIPOLÓGICO – COMPARATIVO SEGÚN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

PUENTES RÍGIDOS	PUENTES DE ARCO	PUENTES DE TRAPECIO		PUENTES COLGANTES	PUENTES METÁLICOS DE ARMADURA
 <p>PUENTE DE MUTISCUA (MUTISCUA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)</p>	 <p>PUENTE POTOSÍ (PAMPLONITA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)</p>	 <p>PUENTE ZULASQUILLA (CUCUTILLA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)</p>	 <p>PUENTE SOBRE EL RÍO SUMAPAZ (FUSAGASUGÁ, CUNDINAMARCA, COLOMBIA)</p>	 <p>PUENTE COLGANTE DE BEJUCOS SOBRE EL RÍO ZULIA (SANTANDER, COLOMBIA)</p>	 <p>PUENTE ARAUJO (CUCUTA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)</p>
	 <p>PUENTE GRANDE (BARICHARA, SANTANDER, COLOMBIA)</p>	 <p>PUENTE SANTA HELENA (LA DONJUANA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)</p>	 <p>PUENTE SOBRE EL RÍO GUALÍ (TOLIMÁ, COLOMBIA)</p>	 <p>PUENTE EL CAIMAN (CUCUTA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)</p>	 <p>PUENTE DE PUERTO SANTANDER (NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)</p>
 <p>PUENTE GRANADA (PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)</p>		 <p>PUENTE REAL (CHITAGÁ, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)</p>	 <p>PUENTE DE MADERA SOBRE ESTRIBOS</p>	 <p>PUENTE RUEDA (BARICHARA, SANTANDER, COLOMBIA)</p>	 <p>PUENTE INTERNACIONAL BOLÍVAR (NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)</p>
 <p>PUENTE BOLÍVAR (PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)</p>		 <p>PUENTE REAL (GÁMBITA, SANTANDER, COLOMBIA)</p>	 <p>PUENTE DE MADERA SOBRE EL RÍO BUGRE</p>	 <p>PUENTE DE LA BELENCITA (SALAZAR, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)</p>	
 <p>PUENTE DEL TOPÓN (MUTISCUA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)</p>		 <p>PUENTE DE SOBRE EL RÍO PIENTA (CHARALÁ, SANTANDER, COLOMBIA)</p>	 <p>PUENTE CONSTRUIDO EN UNA FORTALEZA DE BUTÁN</p>		
 <p>PUENTE SAN JOSÉ (PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)</p>		 <p>PUENTE SOBRE LA QUEBRADA SANTA ANA</p>			
		 <p>PUENTE ROJO (CHINACOTA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)</p>			

CONCLUSIONES

A partir de los casos estudiados, podemos comprender como los puentes no son un hecho aislado, en el tiempo y en un lugar específico, por el contrario desde el momento en el que se construye el puente, se convierte en un elemento dinámico, desde el punto de vista funcional, cumple diferentes papeles a lo largo del tiempo; hacen parte de procesos político administrativos, podemos ver como en algunos de los caso estudiados, como Puente rojo en Chinácota, o el puente de Charalá en Santander fueron puntos de batallas históricas, que iban definiendo cambios administrativos en el territorio.

Funciones como las de puntos de conexión, eventos de carácter cultural y económico, son parte los oficios silenciosos que cumplían estos puentes, haciendo parte de extensos circuitos de agro exportación, en diferentes momentos, como la colonia y posteriormente con la llegada del ferrocarril en procesos más industrializados.

El análisis del puente Santa Helena, en La Donjuana a permitido conocer la incidencia de los puentes en la evolución de la red de movilidad en el territorio, construido con la intención de unir una línea de caminos reales entre Pamplona, Pamplonita, Chinácota hasta llegar a Cúcuta, en periodos coloniales, mas adelante en el ferrocarril, cumplió un papel importante con los procesos de productos de exportación a gran escala, donde los agricultores debían pasar sus productos hasta las estaciones del ferrocarril, y por ultimo con la llegada de los sistemas de troncales, y todo su desarrollo regional el puente quedo en abandono y se convirtió en un punto de traspaso de mercancía ilegal, y todo tipo de actividades ilícitas de grupos armados, hasta que la admiración decidiera derrumbarlo, en busca de soluciones ante la problemática.

Analizando los puentes de manera mas individual se puede comprender, como según el momento en el que se construye un puente, determina en gran medida el sistema constructivo aplicado, Los puentes más antiguos, son puentes de arco en piedra, (Puentes de arco de obra de fábrica) su gran fortaleza era su durabilidad, podían perduran durante décadas incluso siglos con bajos costos de mantenimiento, aunque estos puentes no servían para cubrir grandes luces. Con el paso del tiempo y la gran revolución de caminos reales llegaron los puentes en madera, fundados en gran cantidad debido a su menor costo y proceso más rápidos de construcción, con técnicas de carpintería de armar introducidas al país y desarrollas por artesanos y carpinteros locales. Y por último con la llegada de nuevas tecnologías procesos de exportación, se vio la llegada de puentes colgantes, que cubrían grandes luces y posteriormente los puentes de armadura metálica con todo el desarrollo del ferrocarril.

BIBLIOGRAFÍA

DE LA PLAZA ESCUDERO, Lorenzo; MORALES GÓMEZ, Adoración & MARTÍNEZ MURILLO, José María. Pequeño Diccionario Visual de Términos Arquitectónicos. Ediciones Cátedra, Madrid, 2018 (1ª edición 2013).

GALINDO DÍAZ, Jorge; FLÓREZ RESTREPO, Gilberto & HENAO, Laura María. Puentes de trapecio en la región del Viejo Caldas (Colombia): un legado de la carpintería de armar europea en la segunda mitad del siglo XX. En: Revista de arq Nº 12. Julio de 2013, Universidad de los Andes, Bogotá, pp. 106-117.

MARCIALES, Miguel. Geografía Histórica y Económica del Norte de Santander. Editorial Santa Fé, Bogotá, 1948.

OCAMPO LÓPEZ, Javier. El camino real del centro-oriente colombiano: Santafé de Bogotá – Tunja – Bucaramanga – Pamplona – Cúcuta con ramales a Cartagena de Indias y Venezuela; en: MORENO DE ÁNGEL, Pilar & MELO GONZÁLEZ, Jorge Orlando. Caminos reales de Colombia. Fondo FEN – Colombia, Bogotá, 1995.

PABÓN SERRANO, Yesyd Fernando. Historia del Ferrocarril de Cúcuta desde el Camino a San Buenaventura hasta la Compañía del Ferrocarril, 1865 – 1959. Universidad Industrial de Santander, Maestría de Historia (tesis no publicada), Bucaramanga, 2011.

POTHORN, Herbert. Arquitectura, Cómo reconocer los estilos. E.G. Anaya, Madrid, 1986 (1ª edición alemana, 1979).

Paladio, Andrea. libro tercero de la de arquitectura de Andrea Paladio que trata de caminos y calzadas y el modo de edificar puentes de madera y piedra”, copia manuscrita, biblioteca nacional de España (1625)

Turriano, Juanelo. Manuscrito de Los veintiún libros de los ingenios y de las maquinas, manuscrito, biblioteca nacional de España, siglo XVI

Caro Álamo, José Antonio. Análisis estructural de puentes arco de fábrica. Criterios de Comprobación, Madrid, 2001

Alzate, Diego Fernando. Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrografica del rio pamplonita , Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental -CORPONOR 2010

González Redondo, Esperanza - Hernández Ricardo. Cimbrado y descimbrado de puentes en el s. XVIII: Perronet 2005

Cardona Botero, Laura. De troncales, carreteras y caminos: arterias que propiciaron la integración territorial y el desarrollo económico de Colombia, 1930-1946. Medellín, 2019

Santiago Vega, María, Intervención urbano-arquitectónica con énfasis en la conservación patrimonial de la estación sur del ferrocarril de la ciudad de Cúcuta, Bogotá, D.C. junio 12 de 2019

GALINDO DÍAZ, Serafín Barbetti: constructor de puentes de bóvedas en el sur occidente de Colombia (S. XIX). Bogotá, Colombia • julio-diciembre 2010 • ISSN 1657-9763

Ministerio de transporte viceministerio de infraestructura dirección de infraestructura, Manual de normatividad férrea parte II, definición de aspectos técnicos de mantenimiento y seguridad ferroviaria (2013)

APARICIO, Christian & RANGEL WILCHES, Alirio (asesor). Estudios preliminares de patrimonio inmueble: Puente Ruedas, Barichara (Santander). Trabajo académico no publicado, Taller de Diseño VII, Universidad de Pamplona, Programa de Arquitectura, Pamplona, 2016.

BALLESTEROS CARREÑO, Darwin; SUÁREZ HERNÁNDEZ, Alexa Yanid & RANGEL WILCHES, Alirio (asesor). Estudios preliminares de patrimonio inmueble: Puente Grande, Barichara (Santander). Trabajo académico no publicado, Taller de Diseño VII, Universidad de Pamplona, Programa de Arquitectura, Pamplona, 2017.

FERNÁNDEZ DÍAZ, José Alirio & RANGEL WILCHES, Alirio (Director Trabajo de Grado). Estudios preliminares para la restauración y rehabilitación del Puente Real y Molino del Cábara en el municipio de Silos, Norte de Santander. Trabajo de grado, Universidad de Pamplona, Programa de Arquitectura, Pamplona, 2016.

MORINELLY MÉNDEZ, Marlon Andrés; MELGAREJO, Diego & RANGEL WILCHES, Alirio (asesor). Estudios preliminares de patrimonio inmueble: Puente Rojo, Chinácota (Norte de Santander). Trabajo académico no publicado, Taller de Diseño VII, Universidad de Pamplona, Programa de Arquitectura, Pamplona, 2018.

NÚÑEZ OSPINO, Fabián; BOTELLO ARCINIEGAS, Mónica Bibiana & RANGEL WILCHES, Alirio. Trabajo de campo Línea Sur - Compañía del Ferrocarril de Cúcuta, Taller de Diseño VII, Universidad de Pamplona, Programa de Arquitectura, Pamplona, 2019.

PÉREZ B, María Alejandra; RIVERA R, Johanna & RANGEL WILCHES, Alirio (asesor). Estudios preliminares de patrimonio inmueble: Puente del Molino, Mutiscua (Norte de Santander). Trabajo académico no publicado, Taller de Diseño VII, Universidad de Pamplona, Programa de Arquitectura, Pamplona, 2016.

VILLAMIZAR, Jorge Oriol; VILLAMIZAR, Fredy Augusto (+); CHÁVEZ, Iver David & RANGEL WILCHES, Alirio (asesor). Estudios preliminares de patrimonio inmueble: Puente Real, Chitagá (Norte de Santander). Trabajo académico no publicado, Taller de Diseño VII, Universidad de Pamplona, Programa de Arquitectura, Pamplona, 2012.

CRÉDITOS TRABAJO DE CAMPO Y FUENTES DOCUMENTALES

Grupo de investigación URBANIA & Semillero EUPALINOS, Universidad de Pamplona

15

MARLON ANDRES MORINELLY

*ESTUDIO COMPARATIVO DE PUENTES CONSTRUIDOS EN LAS PROVINCIAS DE PAMPLONA Y CÚCUTA
SEGÚN TIPOLOGÍAS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS (SIGLOS XVI A XX)*

