

**SEGUIMIENTO, SUPERVISIÓN, CONTROL Y RECOPILACIÓN
DE LA INFORMACIÓN DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS SUSTITUTIVAS,
GRUPOS II, III Y IV, PERTENECIENTES AL PROYECTO HIDROELÉCTRICO
SOGAMOSO**

LEIDY ANDREA DUARTE SAAVEDRA

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
2014**

**SEGUIMIENTO, SUPERVISIÓN, CONTROL Y RECOPILACIÓN
DE LA INFORMACIÓN DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS SUSTITUTIVAS,
GRUPOS II, III Y IV, PERTENECIENTES AL PROYECTO HIDROELÉCTRICO
SOGAMOSO**

LEIDY ANDREA DUARTE SAAVEDRA

**Práctica Empresarial como requisito para optar
al título de Ingeniero Civil**

**Director:
ALDEMAR REMOLINA MILLÁN
MSc. Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
2014**

Nota de aceptación

**Ing. Reynel Francisco Guerra G.
Tutor Empresarial**

**MSc. Ing. Aldemar Remolina Millán
Tutor Académico**

Evaluador

Evaluador

Bucaramanga, Enero de 2014

*"La Sabiduría es luminosa y nunca pierde su brillo,
se deja contemplar fácilmente por los que la aman
y encontrar por los que la buscan"*

Sabiduría 6, 12

AGRADECIMIENTOS

En esta etapa de mi vida es importante agradecer a Dios y a mi mamá Rosa Beatriz porque son mi guía y mi modelo a seguir y por ellos estoy cumpliendo con una meta, un sueño y una opción de vida. A mi papá Jorge que con su colaboración y guía ha contribuido estos últimos años en mi formación.

En el cielo hay un ángel que sabe que esto es para ella también, mi abuelita Elvia que siempre será mi guerrera y que desde el cielo ora y está presente en todas mis alegrías.

Un gesto de agradecimiento a mi familia y amigos quienes han compartido conmigo en toda esta etapa y quienes me apoyan y viven mi alegría. A Juan Guillermo quien con su cariño y paciencia pudo acompañarme en todo éste proceso y me brindó su más sincera colaboración y apoyo.

Gracias a la familia ISAGEN S.A. por brindarme la maravillosa oportunidad de terminar esta etapa en el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. Todas y cada una de las personas que hicieron parte de esto tienen mi más grande admiración y aprecio por tan maravillosa labor técnica y humana que llevan a cabo día tras día.

Ingeniero Reynel, Ingeniero Germán, Ingeniero Ricardo e Ingeniera Diana, les agradezco por compartir conmigo sus conocimientos y experiencia que junto con sus consejos, disposición y guía reafirmaron mi gusto por esta carrera y aportaron enormemente en mi crecimiento profesional y personal.

Gracias a mis amigos y compañeros de práctica con los que creamos una linda relación con el diario vivir; Peter, Leonardo, David, Claudia, Jorge, Eliana y Laura que compartieron conmigo esta experiencia y fueron pieza fundamental para que cada momento fuera muy especial.

Gracias a cada uno de los docentes que hicieron parte de mi formación académica, resalto y reconozco la participación del Ingeniero Aldemar Remolina Millán, por su dedicación durante el desarrollo de la práctica empresarial. Así mismo resalto el apoyo de la Ingeniera Claudia Retamoso, quien con su gran sabiduría y amor maternal hizo de toda mi carrera algo muy especial.

Gracias a la Universidad Pontificia Bolivariana, por la excelente formación académica y espiritual que me brindo durante mi carrera, de igual manera al Coro Polifónico de la Universidad quienes sin duda dejaron una huella implacable en mi vida que ayudará a desempeñarme como una profesional con altas capacidades intelectuales y sobre todo como una persona con gran sentido humanista.

CONTENIDO

	Página
LISTA DE FIGURAS _____	VIII
LISTA DE TABLAS _____	X
LISTA DE ANEXOS _____	XI
RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO _____	XII
GENERAL SUMMARY OF DEGREE WORK _____	XIII
INTRODUCCIÓN _____	14
1. OBJETIVOS _____	15
1.1. OBJETIVO GENERAL _____	15
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS _____	15
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA _____	17
2.1. ISAGEN S.A. E.S.P. _____	17
2.1.1. Proyectos de Generación de Energía _____	19
2.2. PROYECTO HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO _____	20
2.2.1. Localización del Proyecto _____	20
2.2.2. Estructura Organizacional de ISAGEN S.A. E.S.P. en el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso _____	21
2.3. VÍAS SUSTITUTIVAS DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO (GRUPOS II, III Y IV) _____	25
2.3.1. Vías Sustitutivas: Grupo II _____	25
2.3.1.1. Nuevo Puente Gómez Ortiz _____	25
2.3.1.2. Puente Quebrada I _____	26
2.3.2. Vías Sustitutivas: Grupo III _____	27
2.3.2.1. Tramo Lisboa-La Cananá _____	28
2.3.2.2. Conexión Montebello _____	31
2.3.3. Vías Sustitutivas: Grupo IV _____	33
2.3.3.1. Nuevo Puente Geo Von Lengerke _____	33
3. ACTIVIDADES EJECUTADAS DURANTE EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL _____	35

3.1. CONOCIMIENTO E INTERPRETACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y NORMATIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN.	35
3.2. SEGUIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS FORMATOS DE CONTROL DE LA CORRESPONDENCIA.	35
3.3. RECOPIACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LAS NOTAS DE CAMPO Y ACTUALIZACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS SOLICITUDES DE ASESORÍA.	36
3.4. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y RECOPIACIÓN DE LOS PLANOS DE DISEÑO, CARTILLAS DE DESPIECES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.	40
3.5. ELABORACIÓN DE LOS INFORMES DE COMISIÓN, CORRESPONDIENTES A CADA VISITA DE OBRA EJECUTADA	40
3.6. REVISIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN LOS INFORMES DE AVANCE DIARIO REALIZADOS POR LA INTERVENTORÍA.	46
3.7. REVISIÓN Y CONTROL DE LAS ACTAS MENSUALES DE AVANCE DE OBRA, REFERENTE A LAS CANTIDADES DE OBRA EJECUTADAS POR EL CONTRATISTA.	48
3.8. ACOMPAÑAMIENTO A LOS COMITÉS DE OBRA QUE SE REALICEN, PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS COMPROMISOS ADQUIRIDOS ENTRE LAS PARTES.	49
3.9. APOYO EN LA ELABORACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS AVANCES DE OBRA.	49
3.10. APOYO EN EL SEGUIMIENTO A LOS TÍTULOS MINEROS A NOMBRE DE ISAGEN S.A.	50
3.11. ELABORACIÓN DEL COMPENDIO DE PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LOS PUENTES	51
3.12. ELABORACIÓN LA MICROMODELACIÓN PRELIMINAR DEL TRÁFICO DE LA INSTERSECCIÓN LISBOA, UTILIZANDO EL SOFTWARE VISSIM 5.30.	52
4. APORTE AL CONOCIMIENTO	54
5. OBSERVACIONES	55
6. CONCLUSIONES	56
7. RECOMENDACIONES	58
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	61

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localización de las Centrales Generadoras de Energía-ISAGEN	17
Figura 2. Capacidad Instalada de Generación con Proyección a 2014 ISAGEN...	18
Figura 3. Esquema de Comercialización de la Energía	19
Figura 4. Localización del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso	20
Figura 5. Esquema de la Estructura Organizacional del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso-Obras Sustitutivas	23
*Detalle de Interacciones Externas	24
Figura 6. Localización Restitución del Puente Gómez Ortiz	25
Figura 7. Plano Sección Longitudinal Puente Gómez Ortiz	26
Figura 8. Plano General en Planta Puente Quebrada I	26
Figura 9. Plano Sección Longitudinal Puente Quebrada I	27
Figura 10. Localización Sustitución Vía Bucaramanga-San Vicente de Chucurí ...	27
Figura 11. Plano Perfil General Puente La Molinilla	28
Figura 12. Plano Planta General Puente NN V	29
Figura 14. Plano Planta General Puente El Tablazo	30
Figura 15. Plano Sección Longitudinal Puente El Ramo	31
Figura 16. Plano Sección Longitudinal Puente Río Chucurí	32
Figura 17. Plano Perfil General Puente NN VI	32
Figura 18. Localización Restitución Puente Geo Von Lengerke	33
Figura 19. Plano Sección Longitudinal Puente Geo Von Lengerke	34
Figura 21. Estabilización de Taludes con concreto lanzado, malla electro soldada y pernos de anclaje, Vía Bucaramanga-San Vicente, Grupo III.	38

Figura 22. Ductos de la Viga Postensada Central Vano 5-6, Puente Geo Von Lengerke, Grupo IV.	38
Figura 23. Prueba de Carga Estática, Puente NNV, Vía Bucaramanga-San Vicente Grupo III.	39
Figura 24. Formato de presentación de los informes diarios para Grupo III, Vía Bucaramanga-San Vicente de Chucurí.....	47
Figura 25. Cuadro de revisión de actas mensuales de avance de obra, para el ítem de excavación del tramo Lisboa-La Cananá	48
Figura 26. Esquema de seguimiento del avance constructivo Puente El Tablazo, vía Bucaramanga-San Vicente de Chucurí.	50
Figura 27. Seguimiento a los títulos mineros de ISAGEN S.A.	51
Figura 28. Imagen en planta de la micromodelación en Vissim 5.3 de la Intersección Lisboa.....	53
Figura 29. Imagen de la micromodelación en Vissim 5.3 de la Intersección Lisboa	53

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Relación de Visitas de Obra.....	41

LISTA DE ANEXOS

Página

ANEXO 1. Plataforma de correspondencia ACE	61
ANEXO 2. Formato de control de correspondencia enviada por ISAGEN a la Interventoría Consorcio Supervisión PH Sogamoso.	62
ANEXO 3. Formato de Solicitudes y Notas de Campo aplicada a Grupo III Vía Sustitutiva Bucaramanga-San Vicente de Chucurí.	63
ANEXO 4. Figura 27. Formato de “Listado Maestro de Planos” aplicado a Grupo II- Restitución del Puente Guillermo Gómez Ortiz.	64
ANEXO 5. Formatos de seguimiento a la información de los títulos mineros de ISAGEN S.A. y control de visitas de fiscalización.	65
ANEXO 6. Compendio de pruebas en campo aplicadas a los puentes que constituyen las vías sustitutivas del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.....	66
ANEXO 7. Diapositivas de la prueba de carga estática para puentes.	
ANEXO 8. Diapositivas de la prueba de integridad de baja deformación para pilotes, PIT.	
ANEXO 9. Diapositivas de la prueba de integridad ultrasónica para pilotes, Crosshole Logging.	
ANEXO 10. Video de la micromodelación del tráfico de la intersección Lisboa utilizando el software Vissim 5.3	

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: SEGUIMIENTO, SUPERVISIÓN, CONTROL Y RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS SUSTITUTIVAS, GRUPOS II, III Y IV, PERTENECIENTES AL PROYECTO HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO.

AUTOR(ES): Leidy Andrea Duarte Saavedra

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Aldemar Remolina Millán

RESUMEN

El trabajo de grado que se muestra a continuación abarca la recopilación de las actividades ejecutadas durante el periodo de la práctica empresarial llevada a cabo en la empresa ISAGEN S.A E.S.P en el área de vías sustitutivas del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. Para dar cumplimiento a los objetivos planteados, se realizó el seguimiento, supervisión, control y recopilación de la información manejada entre las firmas Contratistas, Interventoras y Asesoras a cargo de las obras sustitutivas del Proyecto, como lo son la restitución del Puente Guillermo Gómez Ortiz, la sustitución de la vía Bucaramanga - San Vicente de Chucurí y la restitución del Puente Geo Von Lengerke, para lo cual se emplearon formatos, esquemas y bases de datos y resultó efectivo para el manejo de la información y toma de decisiones en la empresa.

Así mismo, dentro del proceso se dio cabida a la realización del Compendio de los procedimientos de ejecución de ensayos en campo aplicados a los puentes que constituyen las vías sustitutivas del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, el cual contiene la prueba de carga estática para puentes, la prueba de integridad de baja deformación para pilotes y la prueba de integridad ultrasónica para pilotes ó cross-hole logging test. También se realizó la microsimulación del tráfico de la Intersección Lisboa que se tiene planteada para conectar la vía sustitutiva de San Vicente de Chucurí con las vía Bucaramanga y Barrancabermeja.

PALABRAS CLAVES: Proyecto, vía, puentes, pilote, sistemas constructivos integridad, carga estática, pruebas.

GENERAL SUMMARY OF DEGREE WORK

TITLE: TRACING, SUPERVISION, CONTROL AND INFORMATION GATHERING OF REPLACEMENT ROADS PERFORMANCE, GROUPS II, III AND IV, BELONGING OF THE SOGAMOSO HYDROELECTRIC PROJECT

AUTHOR: Leidy Andrea Duarte Saavedra

FACULTY: Faculty of Civil Engineering

DIRECTOR: Aldemar Remolina Millán

ABSTRACT

The degree work shown below covers the collection of the activities undertaken during the period of business practice held in the company ISAGEN SA ESP in the area of replacement pathways of Sogamoso Hydroelectric Project. To fulfill the objectives, tracing, supervision, control and information gathering handled between firms Contractors, Consultants and Interventors for replacement works of project, as are the restitution of Guillermo Gómez Ortiz Bridge, the replacement of road for Bucaramanga to San Vicente de Chucurí and the restitution Geo Von Lengerke Bridge, for which formats, schemas and databases were used and proved effective for information management and decision making in the company.

Also, into process was possible make the Compendium of the implementation procedures of field tests applied to bridges which constitute replacement pathways of Sogamoso Hydroelectric Project, which contains the static load test for bridges, the integrity test of low deformation for piles and the ultrasonic integrity test or cross-hole logging test. The Microsimulation of the traffic of intersection Lisbon that has been suggested to connect the alternative route of San Vicente de Chucurí with Bucaramanga and Barrancabermeja was also performed.

KEYWORDS: Project, road, bridges, pile, building systems, integrity, static load, tests.

INTRODUCCIÓN

La empresa ISAGEN S.A. E.S.P. es una empresa de origen colombiano que se dedica a la generación y comercialización de la energía eléctrica, por tanto con el fin de abastecer la demanda de energía se ve en la necesidad de dirigir proyectos para tal fin. Desde el año 2009 se ha venido ejecutando el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso ubicado en el cañón donde el Río Sogamoso se cruza con la Serranía de La Paz.

La práctica empresarial que se desarrolló en la empresa tiene como objetivo consolidar los presaberes adquiridos durante el pregrado, así como la adquisición de conocimientos, experiencia profesional, fomenta la investigación y el crecimiento personal.

El informe que se presenta a continuación muestra las actividades principales que se efectuaron durante el periodo de la práctica empresarial. Dentro del contenido se podrá apreciar la descripción general de la empresa y el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, en este caso, centrado en el área de las Vías Sustitutivas, que se debieron implementar como consecuencia del llenado del embalse y que están siendo construidas con características que mejoraran la conectividad entre Bucaramanga con los municipios de Barrancabermeja, San Vicente de Chucurí, Girón, Zapatoca y Betulia, y contribuirán a la mejora de la calidad de vida de sus habitantes. Así mismo, contiene toda la labor administrativa que se llevó a cabo y como resultado de las visitas a obra se da como aporte a la Universidad y a la empresa un Compendio de los procedimientos de ejecución de ensayos para los puentes de las Vías Sustitutivas del Proyecto así como la micromodelación del tráfico en la Intersección Lisboa que unirá la nueva vía que conduce al municipio de San Vicente de Chucurí con Bucaramanga y Barrancabermeja.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Cumplir con los procesos de seguimiento, supervisión, control, y recopilación de la información de ejecución de las Obras Sustitutivas, Grupos II, III y IV, pertenecientes al Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso ejecutado por ISAGEN S.A. E.S.P.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer y analizar las actividades que se ejecutan en campo frente a las especificaciones técnicas de construcción aplicables al contrato de obra.
- Analizar e interpretar la información contenida en los planos de construcción, cartillas de despiece y especificaciones técnicas para los Grupos II, III y IV de las Vías Sustitutivas del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.
- Llevar a cabo un control continuo de las solicitudes emitidas por la firma interventora a la firma asesora y así mismo, la respuesta o nota de campo de remite la asesoría, aplicadas a los Grupos II, III y IV de las Vías Sustitutivas del Proyecto.
- Realizar la actualización de la correspondencia generada entre las diferentes partes que conforman el Proyecto de obras sustitutivas Grupos II, III y IV.
- Elaborar los informes de comisión de las visitas de obra efectuadas a los diferentes frentes de obra de las Vías Sustitutivas, Grupos II, III y IV.
- Apoyar en la revisión de actas de obra referente a las actividades de desmonte y limpieza, movimiento de tierras, bases y subbases granulares e instalación de concretos, que se ejecutaron en el periodo para el Grupo III, Vía Bucaramanga – San Vicente de Chucurí y las actividades de instalación de concreto y aceros para Grupo II, Puente Gómez Ortiz.
- Implementar el seguimiento de los registros de los avances de obra para los Grupos II, III y IV.

- Elaborar un compendio de los procedimientos de ejecución de pruebas realizadas a los puentes que conforman las Vías Sustitutivas del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.
- Participar en el Comité de Obra del Grupo II, realizando el seguimiento a los compromisos adquiridos entre las partes.
- Aprender y adquirir destreza en la ejecución de proyectos civiles.
- Cumplir con las actividades propuestas en el cronograma del Plan de Trabajo para el desarrollo de la práctica empresarial en el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso de ISAGEN S.A. E.S.P.

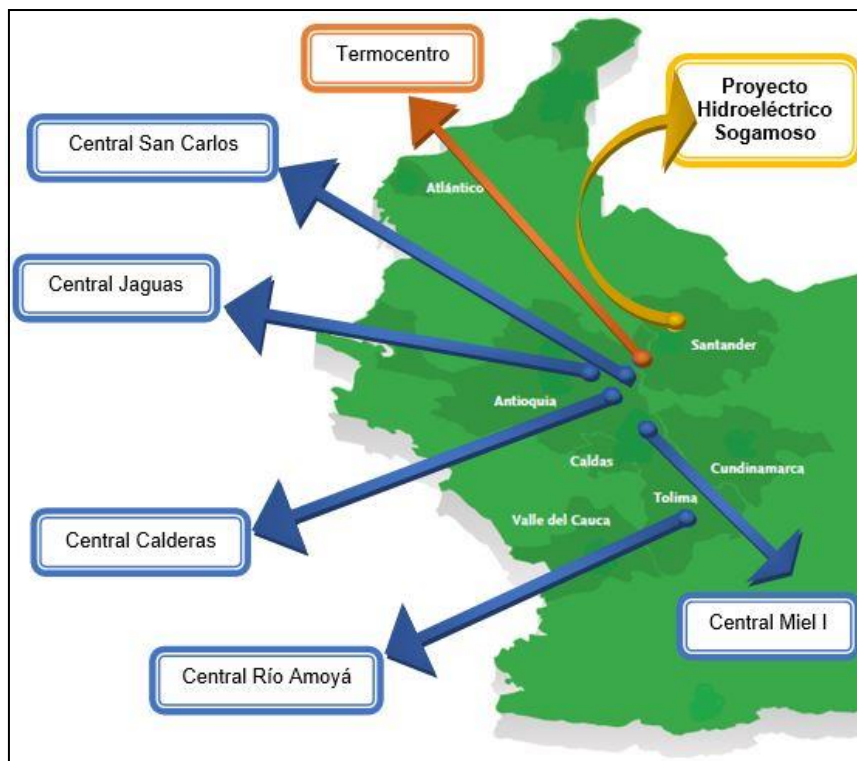
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1. ISAGEN S.A. E.S.P.

ISAGEN S.A. E.S.P. es una empresa de origen colombiano, cuyo propósito principal es el de realizar proyectos que permitan la generación, producción y comercialización de energía, tal que satisfaga las necesidades del mercado.

Actualmente ISAGEN cuenta con seis centrales de generación de energía con una capacidad total instalada de 2212 MW, de la cual un 86,43% (1912 MW) provienen de la generación en hidroeléctricas y un 13,57% (300 MW) de la generación térmica. La Centrales Hidroeléctricas San Carlos, Jaguas y Calderas, se encuentra ubicadas en el departamento de Antioquia, la Central Miel I en el departamento de Caldas y la Central Río Amoyá en el departamento del Tolima; por otra parte, la Central Termoeléctrica Termocentro se encuentra ubicada en el departamento de Santander, tal como se observar en la *Figura 1* que se presenta a continuación.

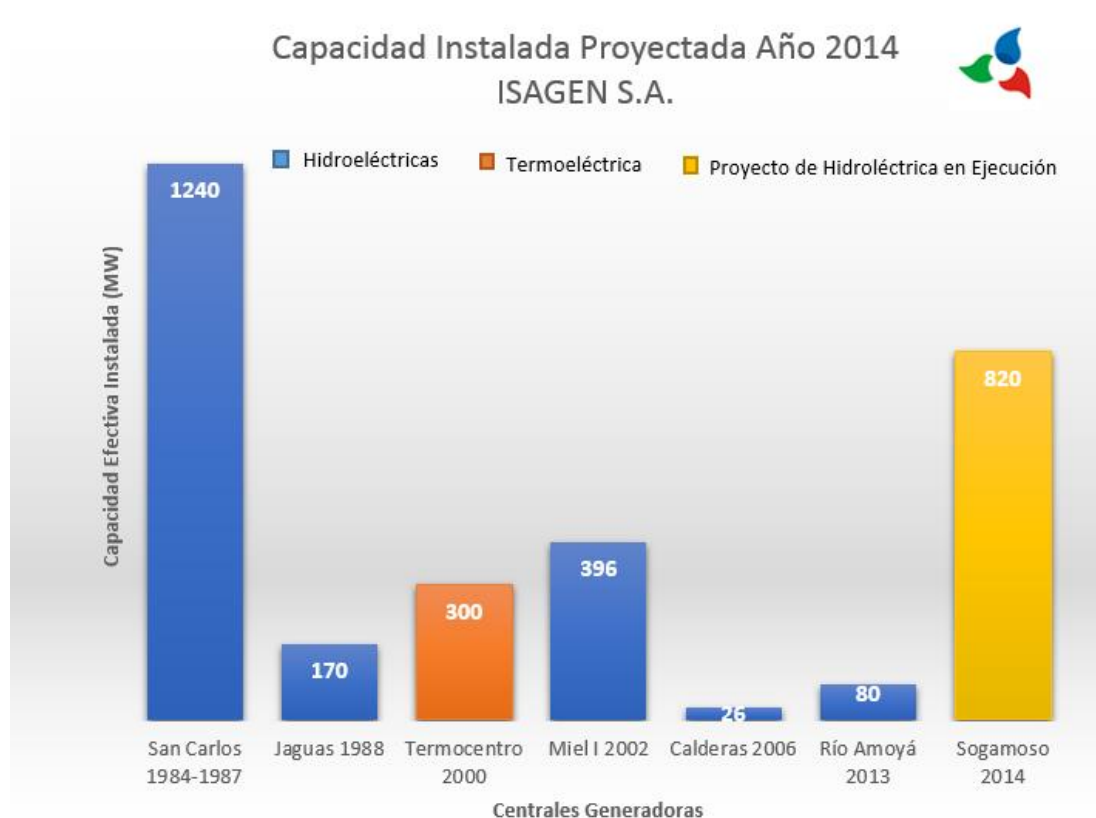
Figura 1. Localización de las Centrales Generadoras de Energía-ISAGEN



Fuente. Elaboración propia a partir de la Presentación Institucional de ISAGEN, pág 8-9, 2013

Cada central cuenta con una capacidad efectiva, tal como lo muestra la *Figura 2*, logrando que ISAGEN se ubique en el tercer lugar de las generadoras más grandes del país y contribuya positivamente en el desarrollo de la industria energética y mejora de la calidad de las comunidades.

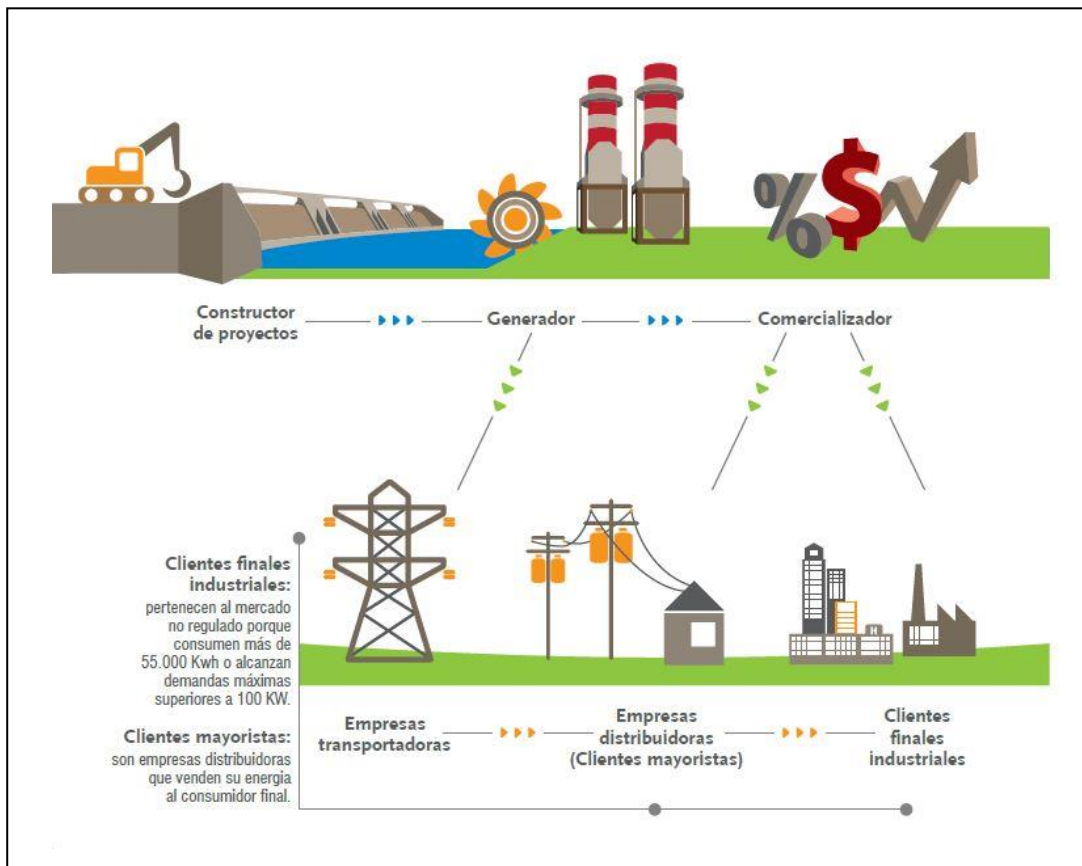
Figura 2. Capacidad Instalada de Generación con Proyección a 2014
ISAGEN



Fuente. Elaboración Propia con información de ISAGEN

La empresa suministra energía en casi todas las regiones de Colombia, de ahí su extensa gama de servicios energéticos y la eficiencia con que ha manejado la interrelación con más de 20 prestigiosas firmas en ingeniería. Siguiendo la normatividad del mercado de energía del país, ISAGEN, sirve a sus clientes comercializadores de energía del Mercado Regulado y a los Grandes Consumidores, representados en las grandes industrias, generando un proceso competitivo que piensa en las necesidades energéticas y los servicios asociados (ver *Figura. 3 Esquema de Comercialización de la Energía*).

Figura 3. Esquema de Comercialización de la Energía



Fuente. ISAGEN S.A. E.S.P., Presentación Institucional 2013, pág. 6.

Adicional a esto ISAGEN, como uno de los principales agentes de la Bolsa de Energía, presta el servicio de interconexión eléctrica con Venezuela mediante el circuito Cuestecitas-Cuatricentenario, proporcionando una capacidad instalada adicional de 150 MW.

2.1.1. Proyectos de Generación de Energía

El principal objetivo de ISAGEN S.A. E.S.P. es atender las demandas energéticas futuras en Colombia y alcanzar el crecimiento de la Empresa, para tal fin, se desarrollan los Proyectos de Generación de Energía. Para cumplir con los estándares de calidad, ISAGEN, desarrolla proyectos con criterios de calidad, rentabilidad y responsabilidad social y ambiental.

Actualmente se encuentran en estudio un promedio de seis proyectos, entre los cuales se encuentra, el Proyecto Hidroeléctrico Cañafisto (Antioquia), el Proyecto Geotérmico del Macizo Nevado del Ruiz (Tolima), el Parque Eólico

en la Guajira, el Proyecto Geotérmico Binacional Tufiño-Chiles Cerro Negro en la frontera colomboecuatoriana.

Así mismo, hoy uno de los más importantes proyectos hidroeléctricos del país a cargo de ISAGEN, se encuentra en construcción, el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, que entrará en operación en el año 2014 con una capacidad instalada de 820 MW, tal como se presentó en la *Figura 1*.

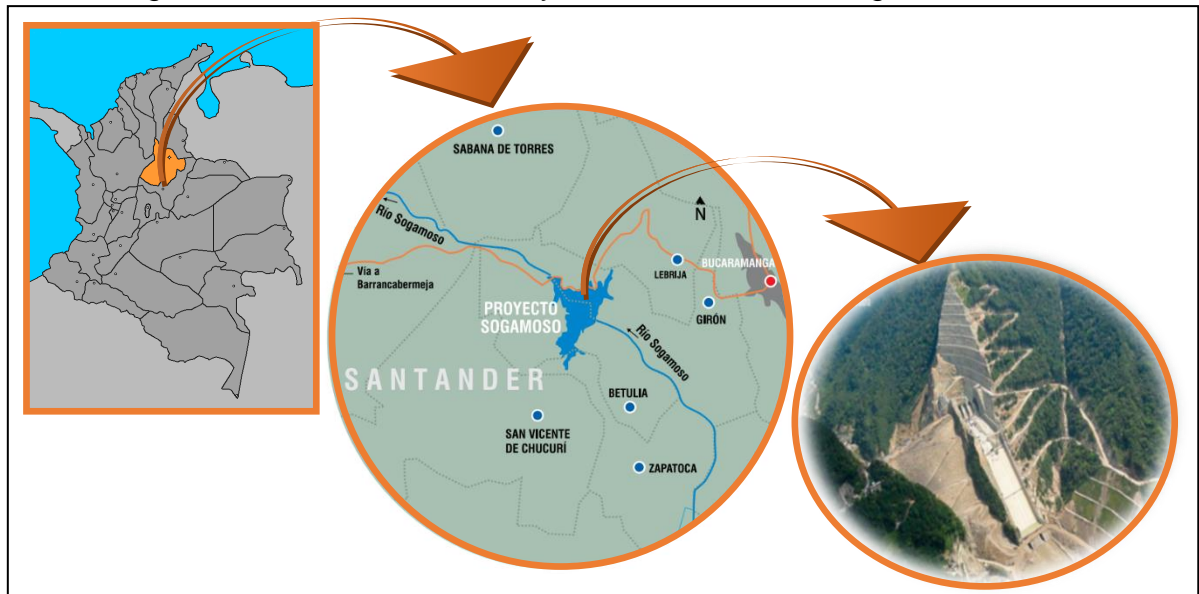
2.2. PROYECTO HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO

El Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso consiste en la construcción de una presa y un embalse que permitan el aprovechamiento del río Sogamoso.

2.2.1. Localización del Proyecto

Éste proyecto se encuentra ubicado en el departamento de Santander, específicamente en el cañón donde el río Sogamoso se cruza con la Serranía de La Paz; 75 km aguas arriba de su desembocadura en el río Magdalena y 62 km aguas debajo de la confluencia del río Suarez y Chicamocha (*ver Figura 3*). La jurisdicción de éste proyecto esta compartida por los municipios de Betulia, Girón, Zapatoca, San Vicente de Chucurí, Los Santos y Lebrija que junto con los municipios de Puerto Wilches, Sabana de Torres y Barrancabermeja, conforman el área de influencia del mismo.

Figura 4. Localización del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso



Fuente. Elaboración Propia. Imágenes de ISAGEN S.A. E.S.P.

Debido a la magnitud del proyecto hay obras existentes que se ven comprometidas e interferirán durante la construcción del proyecto y en su operación, por tanto, la Empresa asumió la responsabilidad de construir obras secundarias que reemplazan las existentes y adicionalmente mejoran la calidad de vida de los habitantes del sector, apoyando el desarrollo económico, social y cultural de los mismos. Dentro de las obras sustitutivas que se construirán se encuentran puentes, tramos de vías, líneas de transmisión de energía, obras hidráulicas, restitución de viviendas, entre otras.

Uno de los principales impactos se da en la infraestructura vial, ya que con la operación del embalse se provocará la inundación de los terrenos e infraestructura que se encuentren aguas arriba de ella con una cota inferior a los 320 m.s.n.m., por tanto ISAGEN deberá sustituirlas. A partir del 2011 se dio inicio a ésta labor de restitución con la vía que de Bucaramanga conduce a Barrancabermeja en el sector Linderos-Capitancitos (Grupo I), con una longitud de 9km, la sustitución del puente Guillermo Gómez Ortiz localizado en la vía Bucaramanga-Zapatoca (Grupo II), la construcción de un nuevo trazado vial para el tramo Lisboa-La Cananá de la vía Bucaramanga-San Vicente de Chucurí, con 24,3 km, 0,8 km para la conexión con Peñamorada y 11,5 para conectar con Montebello (Grupo III) y la sustitución del puente Geo Von Lenguerke ubicado en la vía Girón-Betulia (Grupo IV).

Cabe resaltar que para ésta práctica empresarial, se llevarán a cabo todas las actividades mencionadas en el numeral tres de presente informe aplicadas al Grupo II (Puente Guillermo Gómez Ortiz), Grupo III (Vía Bucaramanga- San Vicente de Chucurí) y Grupo IV (Puente Geo Von Lenguerke).¹

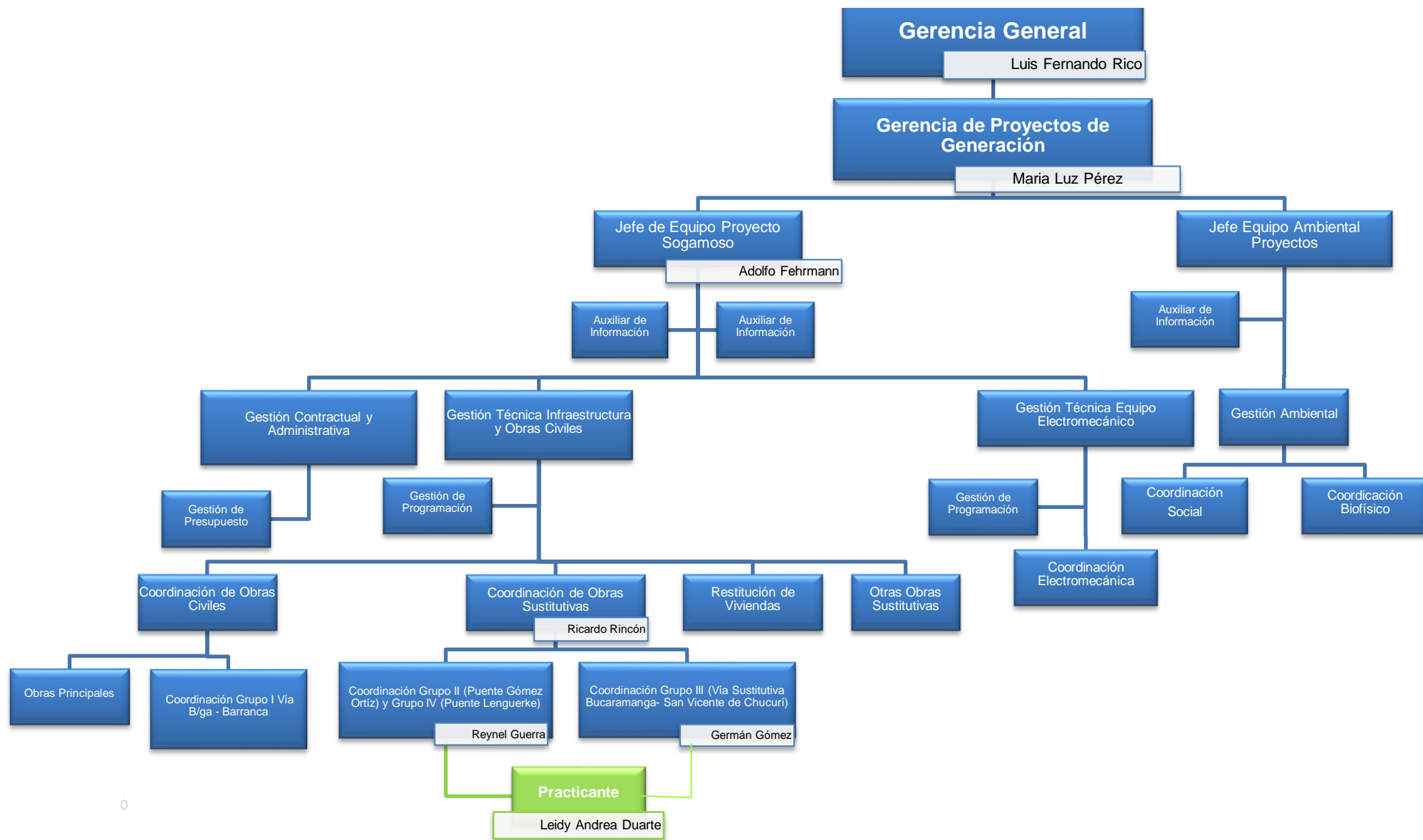
2.2.2. Estructura Organizacional de ISAGEN S.A. E.S.P. en el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso

ISAGEN S.A. E.S.P. tiene una estructura organizacional aplicada a cada uno de sus proyectos de generación que comprende tanto al grupo de ISAGEN a cargo del proyecto como a las empresas constructoras,

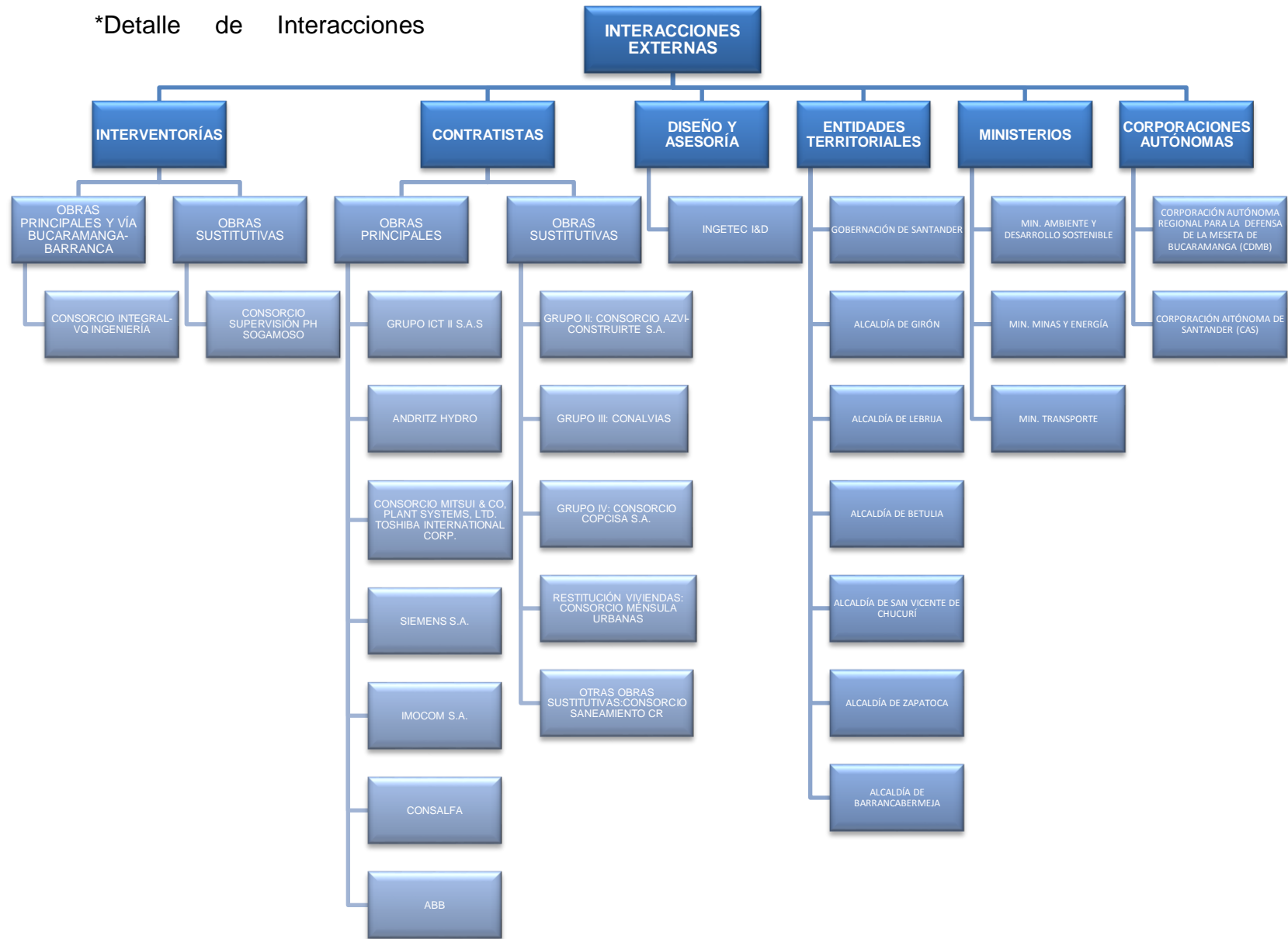
¹ISAGEN S.A. E.S.P. Presentación Institucional 2013. [en línea] < http://www.isagen.com.co/comunicados/present_institucional2013_may27.pdf > [citado el 27 de Julio de 2013]

interventoras y asesoras que se encuentran desarrollando cada una de las actividades requeridas. A continuación se presenta el esquema de la estructura organizacional aplicada al Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso:

Figura 5. Esquema de la Estructura Organizacional del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso-Obras Sustitutivas



*Detalle de Interacciones



INTERACCIONES EXTERNAS *					
INTERVENTORÍAS	CONTRATISTAS	DISEÑO Y ASESORÍA	ENTIDADES TERRITORIALES	MINISTERIOS	CORPORACIONES AUTÓNOMAS

2.3. GRUPOS II, III Y IV

2.3.1. Vías Sustitutivas: Grupo II

La sustitución del Puente Gómez Ortiz conecta a Bucaramanga con el municipio de Zapatoca (ver Figura 4). Éste proyecto de restitución, comprende 1364m de vía de segundo orden, con carriles de 3 m y 0,5 m de berma y dos puentes, el Puente Gómez Ortiz con 510 m y el Puente Curvo Quebrada I con 50m de longitud.

Figura 6. Localización Restitución del Puente Gómez Ortiz

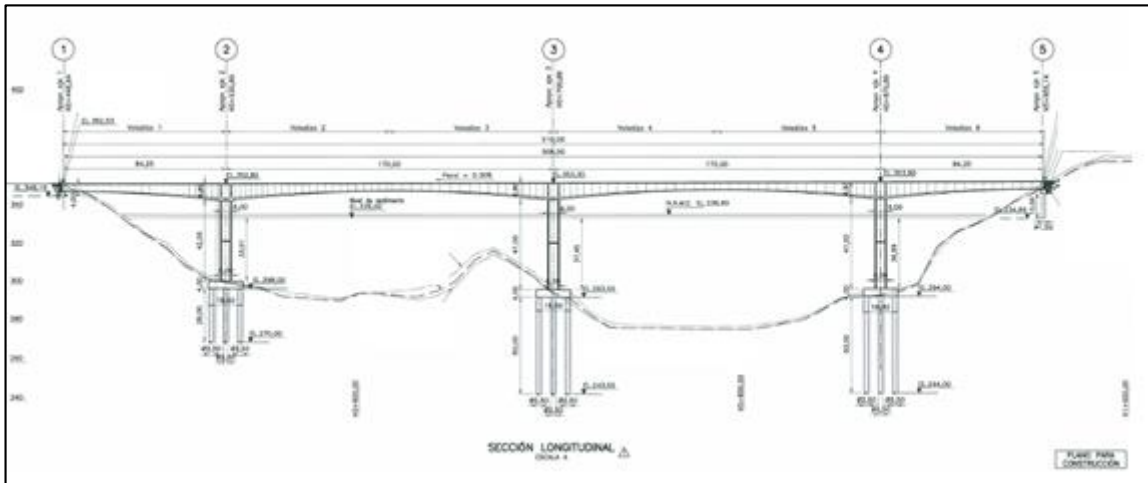


Fuente: Elaboración Propia. Imágenes de Google

2.3.1.1. Nuevo Puente Gómez Ortiz

- Longitud: 510 metros
- Ubicación: K0+446,64 - K0+955,14
- Pilotes de hasta 50 m de profundidad y 2,5 m de diámetro
- Sistema Constructivo de las Pilas: Formaleta Deslizante y Trepante
- Sistema Constructivo Superestructura: Dovelas Sucesivas

Figura 7. Plano Sección Longitudinal Puente Gómez Ortiz

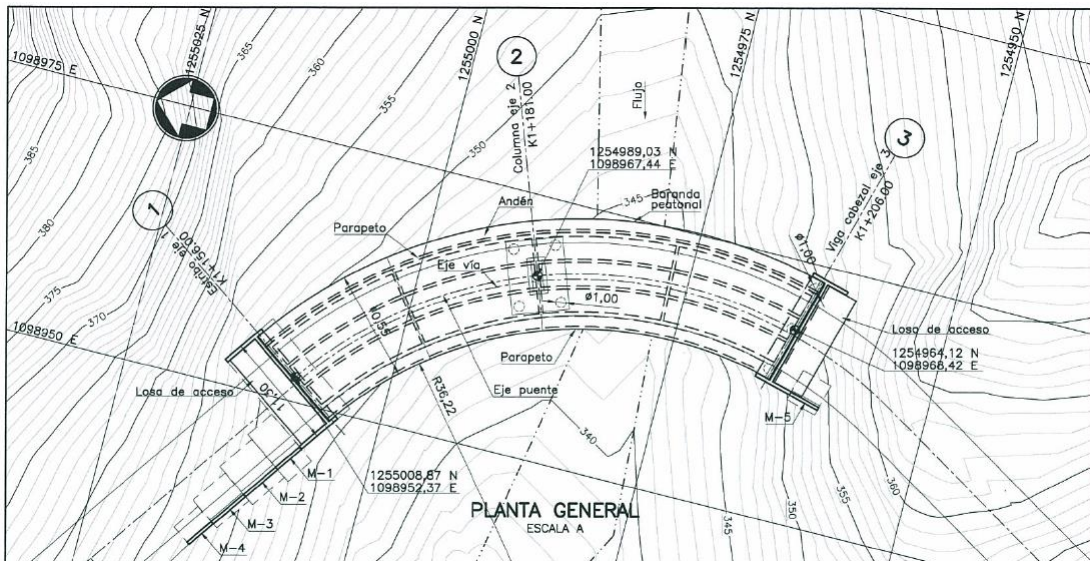


Fuente. ISAGEN S.A. E.S.P. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. 2013

2.3.1.2. Puente Quebrada I

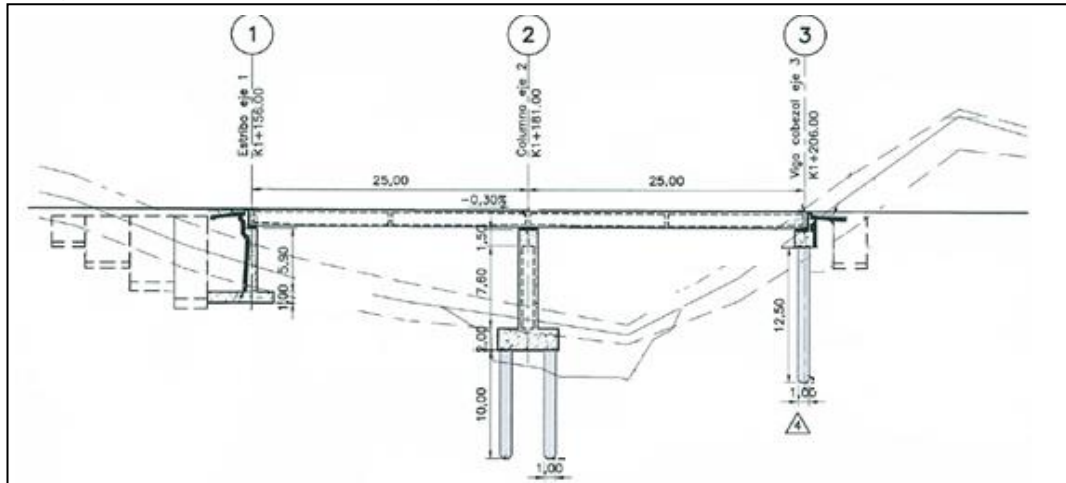
- Longitud: 50 metros
- Ubicación Abscisado: K1+156 – K1+206
- Pilotes de hasta 12,5 m de profundidad y 1 m de diámetro
- Sistema Constructivo de la Pila: Formaleta Trepante
- Sistema Constructivo de la Superestructura: Viga Cajón

Figura 8. Plano General en Planta Puente Quebrada I



Fuente. ISAGEN S.A. E.S.P. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. 2013

Figura 9. Plano Sección Longitudinal Puente Quebrada I



Fuente. ISAGEN S.A. E.S.P. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, 2013

2.3.2. Vías Sustitutivas: Grupo III

Éste proyecto abarca el sector de la vía Bucaramanga-San Vicente de Chucurí con la construcción de 24,3 km de vía de dos carriles de 3,3 m y berma de 0,5 m, denominado como el tramo Lisboa-La Canana, 0,8 km de vía de dos carriles para la conexión del tramo anterior con Montebello y 11,5 km de vía de dos carriles para la conexión con Peñamorada (ver Figura 10).

Figura 10. Localización Sustitución Vía Bucaramanga-San Vicente de Chucurí



Fuente. Elaboración Propia. Imagen satelital Google Earth. Registro fotográfico de la práctica.

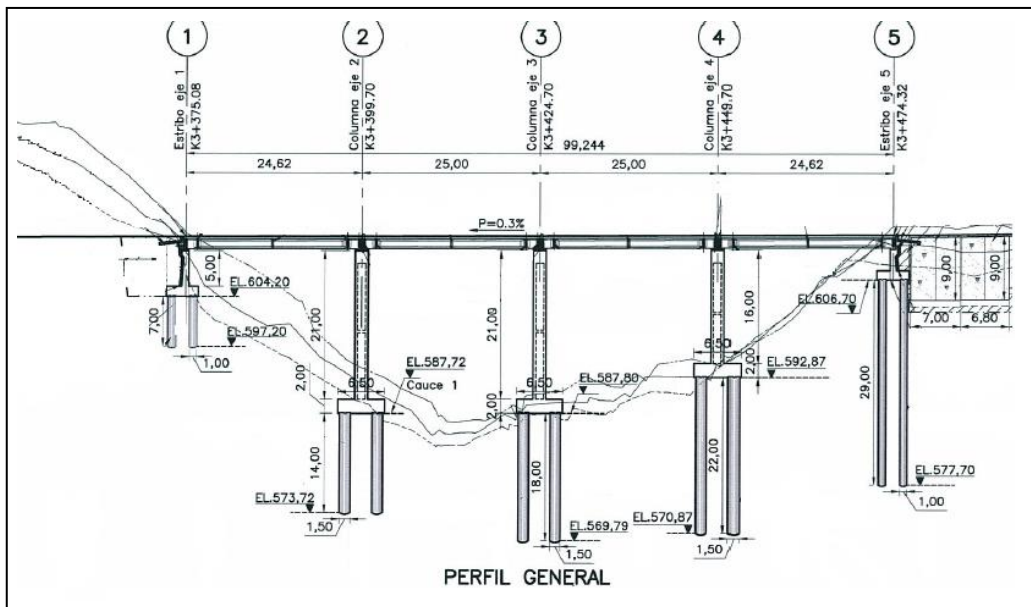
2.3.2.1. Tramo Lisboa-La Cananá

Éste tramo de 24,3 km contiene la construcción de los puentes, La Molinilla (K3+375,08 – K3+472,32), NN V (K6+032,74 – K6+093,445), Pujamanes (K10+761,05 – K11+004,05), El Tablazo (K15+359,38 – K15+915,13) y el Ramo (K22+203,1 – K22+382,1).

➤ Puente La Molinilla

- Longitud: 99 metros
- Ubicación Abscisado: K3+375,08 – K3+472,32
- Pilotes de hasta 29 m de profundidad y 1,5 m de diámetro
- Sistema Constructivo Pilas: Formaleta Deslizante
- Sistema Constructivo Superestructura: Vigas Postensadas

Figura 11. Plano Perfil General Puente La Molinilla

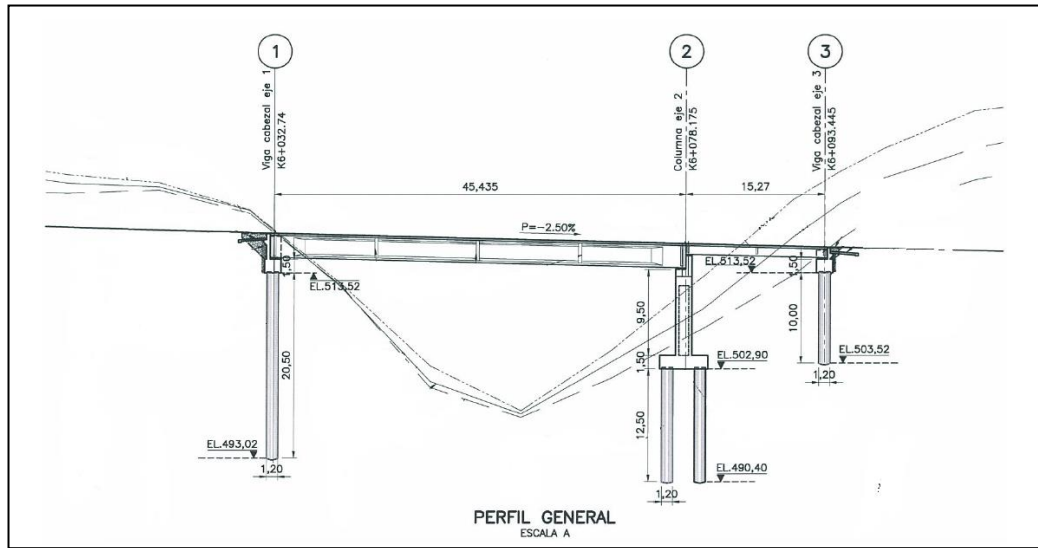


Fuente. ISAGEN S.A. E.S.P. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. 2013

➤ Puente NN V

- Longitud: 60 metros
- Ubicación Abscisado: K6+032,74 – K6+093,445
- Pilotes de hasta 60 m de profundidad y 1,2 m de diámetro
- Sistema Constructivo de las Pilas: Formaleta Trepante
- Sistema Constructivo Superestructura: Vigas Postensadas

Figura 12. Plano Planta General Puente NN V

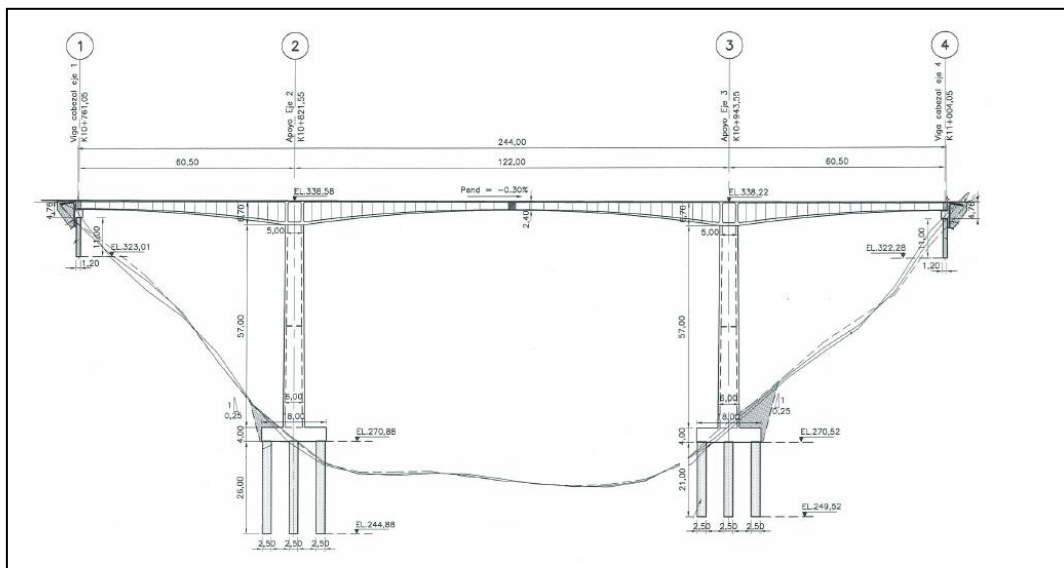


Fuente: ISAGEN S.A. E.S.P. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso 2013

➤ Puente Pujamanes

- Longitud: 244 metros
- Ubicación Abscisado: K10+761,05 – K11+004,05
- Pilotes de hasta 26 m de profundidad y 2,5 m de diámetro
- Sistema Constructivo Pilas: Formaleta Trepante
- Sistema Constructivo Superestructura: Dovelas Sucesivas

Figura 13. Plano Planta General Puente Pujamanes

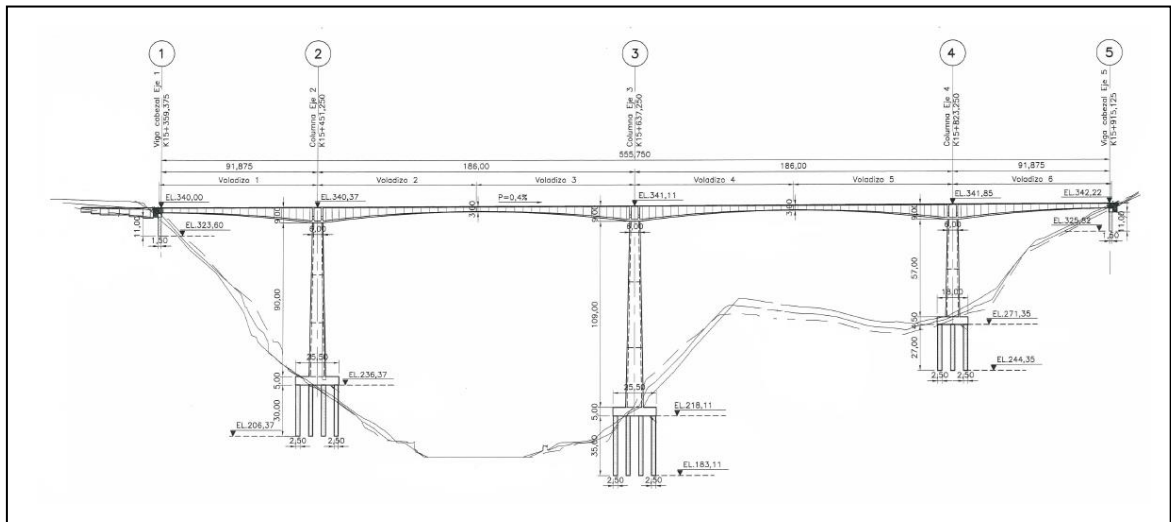


Fuente. ISAGEN S.A. E.S.P. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. 2013

➤ Puente El Tablazo

- Longitud: 555 metros
- Ubicación Abscisado: K15+359,38 – K15+915,13
- Pilotes de hasta 35 m de profundidad y 2,5 m de diámetro
- Sistema Constructivo Pilas: Formaleta Deslizante
- Sistema Constructivo Superestructura: Dovelas Sucesivas

Figura 14. Plano Planta General Puente El Tablazo

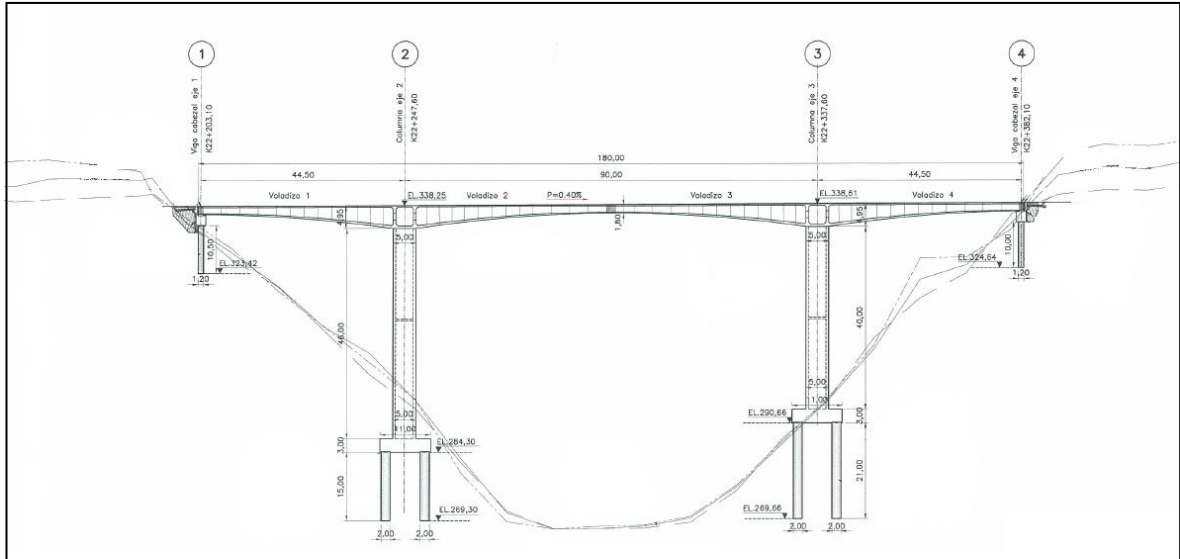


Fuente. ISAGEN S.A. E.S.P. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. 2013

➤ Puente El Ramo

- Longitud: 180 metros
- Ubicación Abscisado: K22+203,1 – K22+382,1
- Pilotes de hasta 21 m de profundidad y 2,0 m de diámetro
- Sistema Constructivo Pilas: Formaleta Deslizante
- Sistema Constructivo Superestructura: Dovelas Sucesivas

Figura 15. Plano Sección Longitudinal Puente El Ramo



Fuente. ISAGEN S.A. E.S.P. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. 2013

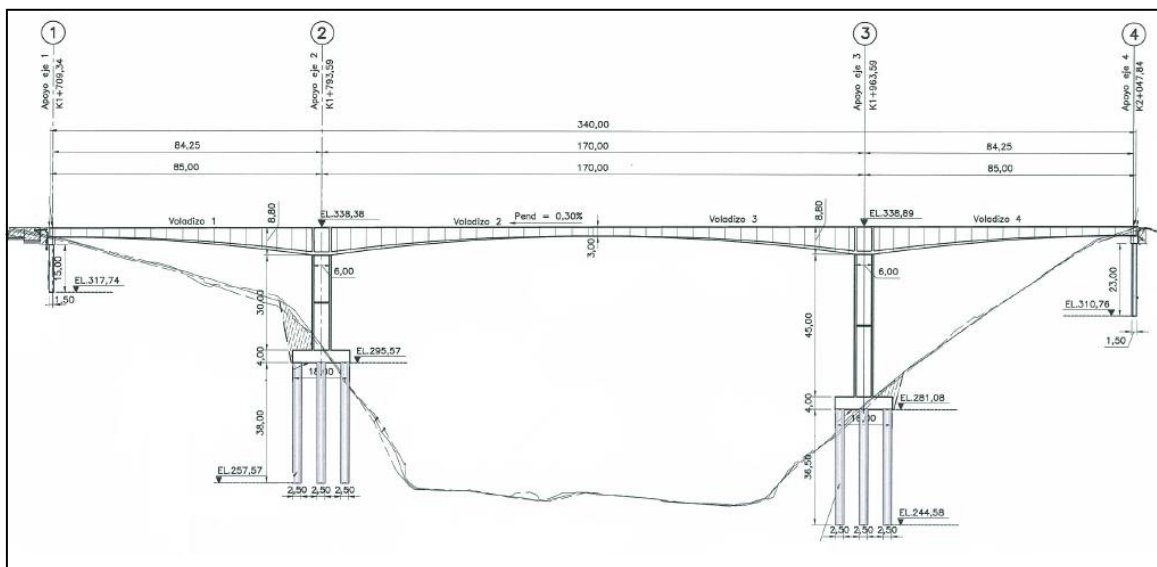
2.3.2.2. Conexión Montebello

Ésta conexión inicia en el K24+300 del tramo Lisboa-La Canana y cuenta con 11,5 km de vía de tercer orden, de los cuales, 340 m pertenecen al puente Río Chucurí (K1+709 – K2+047,84) y 25 m al puente NN VI (K4+941,30 – K4+966,57).

➤ Puente Río Chucurí

- Longitud: 340 metros
- Ubicación Abscisado: K1+709 – K2+047,84
- Pilotes de hasta 41 m de profundidad y 2,5 m de diámetro
- Sistema Constructivo Pilas: Formaleta Deslizante
- Sistema Constructivo Superestructura: Dovelas Sucesivas

Figura 16. Plano Sección Longitudinal Puente Río Chucurí

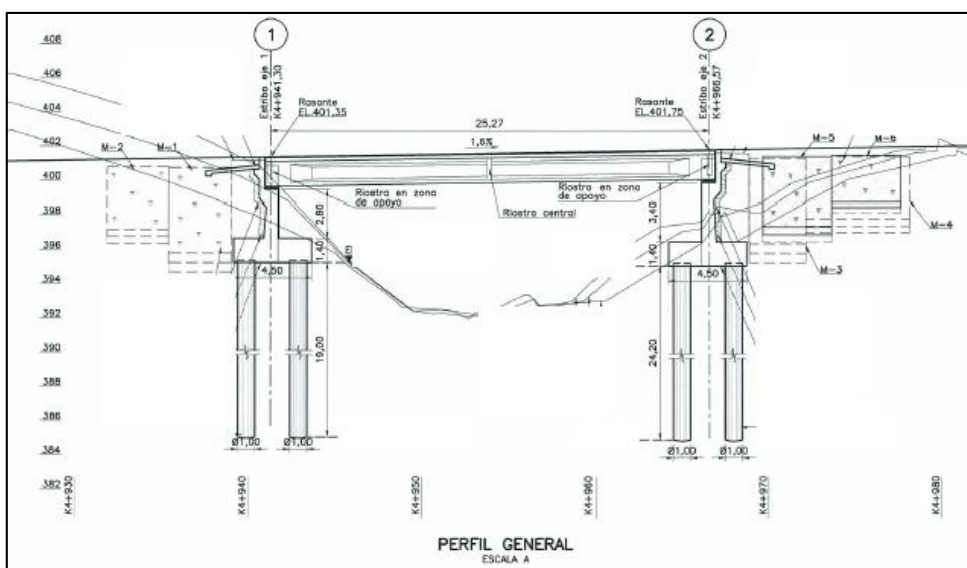


Fuente. ISAGEN S.A. E.S.P. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. 2013

➤ **Puente NN VI**

- Longitud: 25 metros
- Ubicación Abcisado: K4+941,30 – K4+966,57
- Pilotes de hasta 24 m de profundidad y 1,0 m de diámetro
- Sistema Constructivo Superestructura: Vigas Postensada

Figura 17. Plano Perfil General Puente NN VI

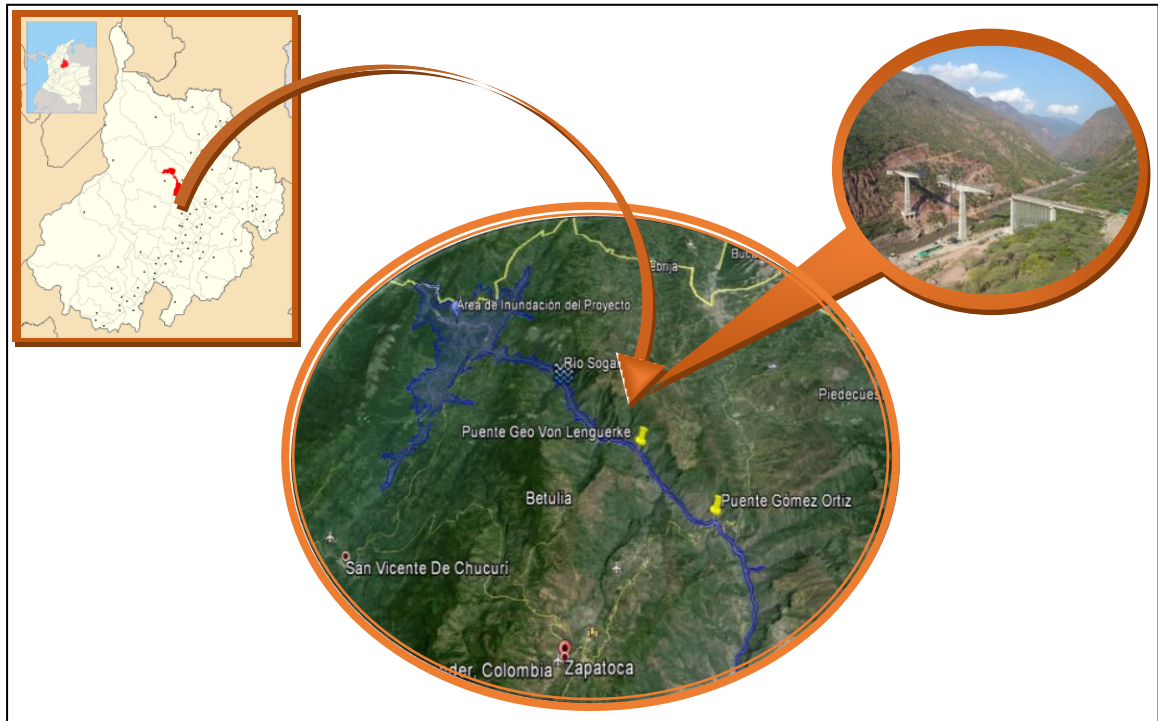


Fuente. ISAGEN S.A. E.S.P. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. 2013.

2.3.3. Vías Sustitutivas: Grupo IV

Las obras que se llevan a cabo en éste grupo giran en torno a la restitución del Puente Geo Von Lenguerke, por un puente de 391 m de longitud y que comunica a los municipios de Girón y Betulia (ver Figura 18).

Figura 18. Localización Restitución Puente Geo Von Lenguerke

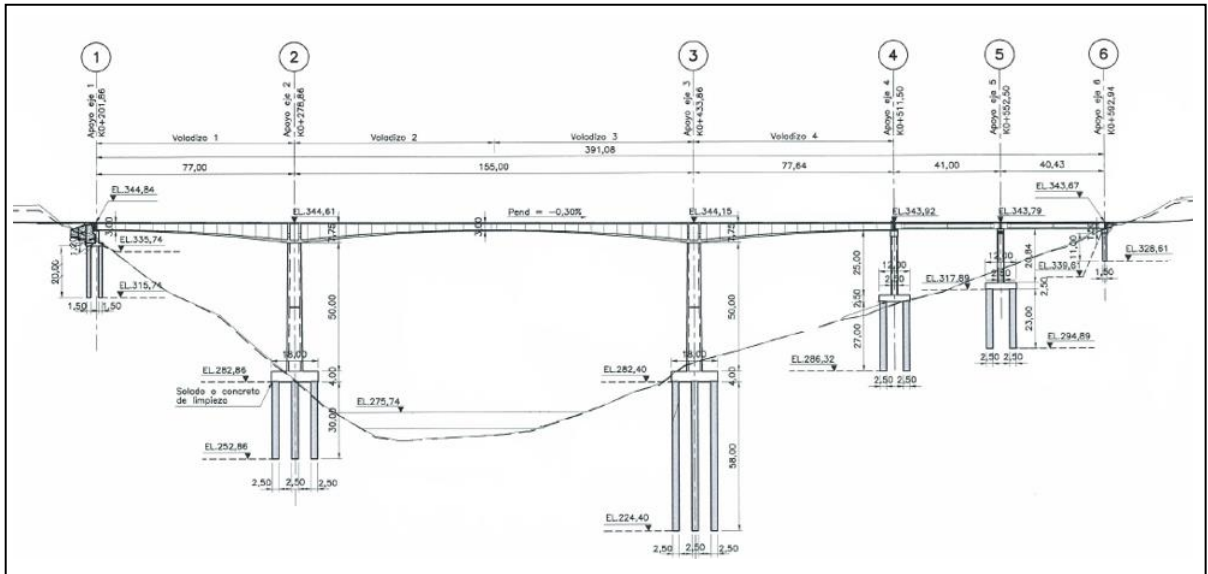


Fuente. ISAGEN S.A. E.S.P. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. 2013

2.3.3.1. Nuevo Puente Geo Von Lenguerke

- Longitud: 391 metros
- Ubicación Abscisado: K0+201,86 – K0+592,94
- Pilotes de hasta 58 m de profundidad y 2,5 m de diámetro
- Sistema Constructivo Pilas: Formaleta Deslizante.
- Sistema Constructivo Superestructura: Dovelas Sucesivas del eje 1 al eje 4 y Vigas Postensadas del eje 4 al eje 6.

Figura 19. Plano Sección Longitudinal Puente Geo Von Lengerke



Fuente. ISAGEN S.A. E.S.P. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. 2013

3. ACTIVIDADES EJECUTADAS DURANTE EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

Las actividades que se mencionan a continuación fueron ejecutadas entre el 15 de Julio de 2013 al 15 de Enero de 2014.

3.1. CONOCIMIENTO E INTERPRETACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y NORMATIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN.

Ésta actividad consiste en conocer e interpretar las Especificaciones de Construcción y Normatividad vigente, que se aplica a las obras que se desarrollan en los Grupos de las Obras Sustitutivas Grupos II, III y IV del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso

La ejecución de ésta actividad ha servido como herramienta para las visitas de obra, elaboración de los informes de comisión y el análisis e interpretación de las observaciones registradas para los Grupos II, III y IV del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.

Adicional a esto, las especificaciones técnicas y normatividades de construcción han contribuido como aporte al ámbito profesional ya que evidencia los requerimientos y exigencias de calidad para la ejecución de obras civiles.

3.2. SEGUIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS FORMATOS DE CONTROL DE LA CORRESPONDENCIA.

Las obras que se llevan a cabo en las Vías Sustitutivas del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, cuentan con la participación de firmas contratistas, asesoras e interventoras que requieren de una constante y oportuna comunicación entre sí y con ISAGEN S.A. E.S.P., por tanto, es indispensable realizar un seguimiento detallado a la correspondencia que se genera en relación con la ejecución de éstas obras.

El manejo de la correspondencia se hace por medio de una plataforma virtual denominada ACE, y en donde se clasifica la información de acuerdo con la fecha, el contacto, el tipo de información (acta, factura...), el número de comunicación (*ver Anexo 1. Plataforma de correspondencia ACE*).

Para cumplir con ésta actividad fue necesaria la implementación de formatos que permiten la consulta rápida (*ver Anexo 2. Formato de control de correspondencia enviada por ISAGEN a la Interventoría Consorcio Supervisión PH Sogamoso*), los controles están divididos en tres carpetas, correspondencia recibida por ISAGEN, correspondencia enviada por ISAGEN y correspondencia entre la Interventoría y el Contratista. Estos formatos se actualizaban constantemente lo que permitía evaluar la dinámica de la información y llevar un control organizado de la misma.

3.3. RECOPIACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LAS NOTAS DE CAMPO Y ACTUALIZACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS SOLICITUDES DE ASESORÍA.

Debido a la magnitud de los trabajos en los grupos II, III y IV de las vías sustitutivas del proyecto se ha hecho necesario que la firma consultora o asesora tenga una participación activa ante cualquier evento o actividad que esté o vaya a ser ejecutada.

Las solicitudes que emite la firma Interventora, están asociadas a las actividades propias de la ejecución de las obras, como lo son requerimiento de revisión del tipo de terreno sistemas constructivos a implementar o solicitudes para el procedimiento a seguir frente algún imprevisto.

La firma Asesora del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, es la encargada de responder oportuna y eficazmente los requerimientos de las firmas Interventoras. Una nota de campo hace referencia a un documento que contiene un concepto técnico frente a un diseño, proceso constructivo o especificación técnica, que se emite como respuesta a una solicitud de requerimiento que hace la Interventoría respectiva.

Para el control de las notas de campo y las solicitudes se lleva un formato de control que se diligencia constantemente de acuerdo con la radicación de éstos documentos en la empresa (*ver Anexo 3. Formato de Solicitudes y Notas de Campo aplicada a Grupo III Vía Sustitutiva Bucaramanga-San Vicente de Chucurí*). Dentro del formato se diligenciaba el número y fecha en la que se redacta y se recibe en ISAGEN la solicitud, el nombre del personal de la interventoría que la realiza, el asunto de la solicitud, la categoría a la que pertenece, es decir, obras hidráulicas, puentes, vías, taludes o depósitos y finalmente la fecha y número de la nota de campo o respuesta oficial de dicha solicitud.

La actividad de recopilación e interpretación entre solicitudes y notas de campo o respuestas de asesoría, ayuda a conocer los conceptos técnicos que se emiten referentes a un diseño, proceso constructivo o especificación técnica de las actividades que se ejecutan. Algunas de las actividades que se han podido apreciar y que han recibido un concepto técnico por parte de la asesoría son, verificaciones de cimentación de los pilotes 1, 2 y 3 del eje 1 del Puente El Tablazo (*ver Figura 20*), estabilización de taludes (*ver Figura 21*), mejoras de tipo constructivo en el armado de acero y ductos de la viga postensada del Puente Geo Von Lengerke (*ver Figura 22*), incluso las notas de campo permiten dar un análisis técnico de los resultados de una prueba en campo como en el caso de la prueba de carga realizada al Puente NNV (*ver Figura 23*).

Figura 20. Cimentación de Pilotes 2 (izquierda) y 3 (derecha), puente El Tablazo, Grupo III.



Fuente. ISAGEN S.A. Registro fotográfico visita técnica 08-Octubre -2013

Por ejemplo, el proceso de verificación de la cimentación de los pilotes, consta de una inspección por parte de la firma interventora quien es la que da paso a la revisión por parte de la empresa consultora y ésta última realiza la inspección en dos pasos, primero es una inspección visual del estado de los materiales sobre los cuales quedaran cimentados los pilotes y seguido a esto se toma una muestra del material y a éste se le realiza un ensayo de carga axial con el fin de tener los valores aceptables para realizar la liberación de los pilotes y proceder a la instalación del acero y el vaciado del concreto.

Figura 21. Estabilización de Taludes con concreto lanzado, malla electro soldada y pernos de anclaje, Vía Bucaramanga-San Vicente, Grupo III.



Fuente. ISAGEN S.A. Registro fotográfico visitas técnicas 25-Junio-2013 (izquierda) y 29-Octubre - 2013 (derecha)

La estabilización de taludes se realiza de acuerdo con los estudios que realiza la firma consultora o asesora del proyecto. Para ciertos tramos de la vía la estabilización del talud se realiza con concreto lanzado, malla electrosoldada, pernos de anclaje y drenes cortos o lagrimales según lo indicado por la firma asesora.

Figura 22. Ductos de la Viga Postensada Central Vano 5-6, Puente Geo Von Lengerke, Grupo IV.



Fuente: ISAGEN S.A. Registro fotográfico visita técnica 03-Septiembre-2013

Las notas de campo también pueden realizar modificaciones técnicas que permitan mejorar las actividades constructivas, como se dio en el puente Geo Von Lengerke durante la construcción de la viga postensada, ya que se debía modificar el figurado de un gancho que forma parte del armado de acero de la viga para dar una correcta ubicación a los ductos donde se localizaría el acero de tensionamiento.

Figura 23. Prueba de Carga Estática, Puente NNV, Vía Bucaramanga-San Vicente Grupo III.



Fuente. ISAGEN S.A. Registro fotográfico visita técnica 02-Agosto-2013

Así mismo, es posible mediante una nota de campo dar el aval de los resultados obtenidos en una prueba de carga tal como se dio en la realizada en el puente NNV de la vía Bucaramanga-San Vicente de Chucurí y que se detalla en el Compendio de procedimientos de ejecución de ensayos aplicados a los puentes que constituyen las vías sustitutivas del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso y en las diapositivas anexas.

3.4. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y RECOPIACIÓN DE LOS PLANOS DE DISEÑO, CARTILLAS DE DESPIECES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Con el fin de realizar el control de los planos que contienen cada uno de los Grupos de la Vías Sustitutivas a cargo, se continúa con el seguimiento empleando el “Listado Maestro de Planos” (*ver Anexo 4. Formato de “Listado Maestro de Planos” aplicado a Grupo II-Restitución del Puente Guillermo Gómez Ortiz*), el cual se actualiza cada vez que se allega un nuevo plano o una revisión incluyendo las comunicaciones con que la Asesoría envía a ISAGEN y las remitidas a las firmas interventoras y Contratistas, actualizando la información contenida en el Servidor de la empresa.

Por cada plano nuevo o actualizado que se recibe se realiza una actualización interna en el “Listado Maestro de Planos”, en el Servidor y en las copias físicas que se tienen en la empresa.

Ésta actividad ha contribuido en el conocimiento de los diseños estructurales, viales, geológicos, geotécnico, hidráulicos y de señalización que se plantean en la ejecución de los diferentes grupos de obras sustitutivas.

3.5. ELABORACIÓN DE LOS INFORMES DE COMISIÓN, CORRESPONDIENTES A CADA VISITA DE OBRA EJECUTADA.



La actividad consiste en la realización de informes de comisión como resultado de las visitas de obra ejecutadas a los Grupos de Obras Sustitutivas a cargo.

Las visitas de obra que se realizan constan de un recorrido que se realiza en cada grupo, una recopilación de la información de las actividades en ejecución y un registro fotográfico de las mismas.

Para la elaboración de los informes de comisión se emplea tanto la información recopilada en campo como los informes diarios que realiza la interventoría.

A continuación se presenta la relación de las visitas realizadas y de una de las actividades que se observaron durante la misma,

Tabla 1. Relación de Visitas de Obra

VISITAS DE OBRA (15 Julio de 2013 a 15 de Septiembre de 2013)			
FECHA	GRUPO	ACTIVIDAD	REGISTRO FOTOGRÁFICO
25/07/13	III	<p style="text-align: center;">Instalación MDC-1 en el tramo Lisboa-La Canana (k23+680-k24+110)</p> <p>Ésta actividad comprende desde la elaboración de la mezcla asfáltica hasta el transporte, colocación y compactación de una o varias capas del material teniendo en cuenta las especificaciones, alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o definidos por la Interventoría.</p> <p>Durante todo el proceso es necesario realizar la verificación de los espesores de la capa y tener un control en las temperaturas de la mezcla antes y durante su aplicación y en el momento de la compactación de la misma.</p>	
02/08/13	III	<p style="text-align: center;">Prueba de Carga Estática Puente NNV</p> <p>La prueba de carga estática consiste principalmente en la aplicación de uno o más estados de carga sobre el puente antes de ponerse en servicio, con el fin de comprobar que el puente está cumpliendo con los parámetros de diseño y especificaciones de construcción (ver Anexo 6. Compendio de procedimientos de ejecución de ensayos aplicados a los puentes que constituyen las vías sustitutivas del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso).</p>	




VISITAS DE OBRA
(15 Julio de 2013 a 15 de Septiembre de 2013)

FECHA	GRUPO	ACTIVIDAD	REGISTRO FOTOGRÁFICO
12/08/13	II	<p align="center">Construcción de las dovelas del puente Gómez Ortiz, entre ejes 3 y 4</p> <p>El sistema constructivo en dovelas o voladizos sucesivos es especial para puentes con grandes luces como en el caso del Puente Gómez Ortiz.</p> <p>El sistema da inicio con una estructura que se ubica sobre la columna, denominada sobrecimbra o dovela 0. Sobre el concreto endurecido de la sobrecimbra se procede a instalar los carros de avance que son principalmente una estructura metálica que soporta la formaleta para el vaciado de las dovelas. Ya instalados y nivelados topográficamente los carros de avance, se procede a instalar el acero de refuerzo y finalmente a realizar el vaciado de cada dovela ubicada a lado y lado de la pila logrando una simetría en la estructura. Luego se procede tensionar los cables y a correr los carros de avance para construir el nuevo par de dovelas, apoyados en las dovelas ya construidas.</p>	
28/08/13	III	<p align="center">Construcción de Obras Hidráulicas en la Conexión a Montebello</p> <p>Una de las estructuras hidráulicas que hacen parte de las vías sustitutivas del proyecto son los Box Culvert. Estas estructuras pueden conducir las aguas y a su vez permitir el paso vehicular. Los Box Culvert pueden conducir grandes caudales a comparación con las alcantarillas comunes.</p>	

VISITAS DE OBRA
(15 Julio de 2013 a 15 de Septiembre de 2013)

FECHA	GRUPO	ACTIVIDAD	REGISTRO FOTOGRÁFICO
03/09/13	II	<p align="center">Construcción de la Dovela de Cierre entre voladizos 2 y 3 del Puente Gómez Ortiz.</p> <p>Durante la construcción de los voladizos sucesivos es importante tener en cuenta la nivelación topográfica de los carros de avance antes del vaciado de las dovelas y la nivelación de la dovela siguiente de acuerdo con la dovela anterior ya construida, ya que eso permite que la dovela de cierre, que une los voladizos de cada apoyo, empalme con mayor exactitud.</p>	
03/09/13	IV	<p align="center">Deslizado de la Pila 3 del Puente Geo Von Lengerke</p> <p>El sistema de formaleta deslizante es un proceso que permite la rápida construcción de estructuras como las pilas del puente Geo Von Lengerke. Éste sistema no requiere de andamios ya que se eleva mediante un equipo hidráulico (bombas y gatos hidráulicos). La formaleta se sujeta al equipo hidráulico por medio de unos marcos denominados piernas o “cangas” y paralelamente ésta formaleta posee un sistema de desplazamiento horizontal que reduce la longitud transversalmente cuando es variable la sección de la pila. El sistema de formaleta deslizante tiene un rendimiento que representa aproximadamente el doble del rendimiento de una formaleta trepante o tradicional</p>	

VISITAS DE OBRA (15 Julio de 2013 a 15 de Septiembre de 2013)			
FECHA	GRUPO	ACTIVIDAD	REGISTRO FOTOGRÁFICO
26/09/13	III	<p style="text-align: center;">Construcción de Sobrecimbra o Dovela 0, Puente Chucurí.</p> <p>La sobrecimbra es un elemento estructural dispuesto en la cúspide de la pila o columna. Éste elemento sirve para realizar el montaje de los carros de avance para la construcción de las dovelas siguientes, así mismo permite el paso de los cables de postensado entre las dovelas que permite la construcción de la superestructura. Las partes que conforma la dovela 0 son la losa inferior, los muros y la losa superior.</p>	
08/10/13	III	<p style="text-align: center;">Construcción de Muro de Contención en Gaviones</p> <p>Uno de los mecanismos de contención utilizados en la vía sustitutiva Bucaramanga -San Vicente son los muros en gaviones, que básicamente constan de unas canastas metálicas en acero galvanizado, rellenas de material granular, (bolo de río) con dimensiones entre 10 y 30 cm que cumplan con la resistencia a la abrasión, geometría, la capacidad de absorción y la resistencia a la compresión necesaria para soportar los esfuerzos a los que estará sometida la estructura, que se apilan unas sobre otras de acuerdo con las directrices de la asesoría.</p>	
10/10/13	III	<p style="text-align: center;">Realización de la prueba de integridad de pilotes (PIT) para el eje 2 del puente La Molinilla.</p> <p>Ésta prueba permite conocer el estado de los pilotes, referente a la continuidad del concreto y la verificación de la longitud final (ver Anexo 6. Compendio de procedimientos de ejecución de ensayos aplicados a los puentes que constituyen las vías sustitutivas del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso).</p>	

VISITAS DE OBRA (15 Julio de 2013 a 15 de Septiembre de 2013)			
FECHA	GRUPO	ACTIVIDAD	REGISTRO FOTOGRÁFICO
29/10/13	III	<p style="text-align: center;">Construcción de canales interceptores</p> <p>Un canal interceptor se encarga de recoger y transportar las aguas de escorrentía hasta conducir las aguas abajo. Éste canal incrementa sus dimensiones en dirección aguas abajo, para finalmente entregar las aguas a la estructura hidráulica.</p>	
14/11/13	III	<p style="text-align: center;">Perforaciones para Voladura</p> <p>Para efectuar las excavaciones, en varias ocasiones es necesario ejecutar voladuras de producción y precorte. Una de las técnicas controladas de voladura es la perforación en línea, que como su nombre lo indica, consiste en perforar a lo largo de la línea de corte una hilera de barrenos cercanos uno del otro, los cuales posteriormente se cargaran de explosivos y de ésta manera se logra generar un plano de debilidad para fracturar la roca ²</p>	
27/11/13	III	<p style="text-align: center;">Extensión y Conformación de Base Granular</p> <p>El material que se dispone para base granular debe ser homogéneo para ser extendido en una capa uniforme obteniendo el espesor y el grado de compactación exigido de acuerdo con los requerimientos técnicos.</p>	

² ISAGEN S.A. E.S.P. Parte II Copia Conformada-Especificaciones Técnicas. Pliego de condiciones Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso Construcción de obras sustitutivas. [Manejo confidencial].

VISITAS DE OBRA (15 Julio de 2013 a 15 de Septiembre de 2013)			
FECHA	GRUPO	ACTIVIDAD	REGISTRO FOTOGRÁFICO
11/12/13	III	<p style="text-align: center;">Construcción de Vigas Postensadas Puente La Molinilla</p> <p>Una viga postensada es un elemento estructural que cuenta con un acero de preesfuerzo que se tensiona luego de vaciar el concreto y éste alcanza su resistencia, transmitiendo la resistencia mediante los sistemas de anclaje. El acero de preesfuerzo se coloca al interior de ductos y para su tensionamiento se utilizan gatos hidráulicos que controlan la tensión con diferenciales de longitud.</p>	
07/01/14	III	<p style="text-align: center;">Construcción de filtros longitudinales en la vía Bucaramanga-San Vicente</p> <p>La construcción de filtros longitudinales es requerida para proteger la estructura de vía de flujos de agua subterránea que puedan socavar el terreno y causar inestabilidades. Un filtro longitudinal consta de un geotextil no tejido y un material granular libre de material fino y materia orgánica y desagua en una estructura hidráulica.</p>	

Fuente. Elaboración propia

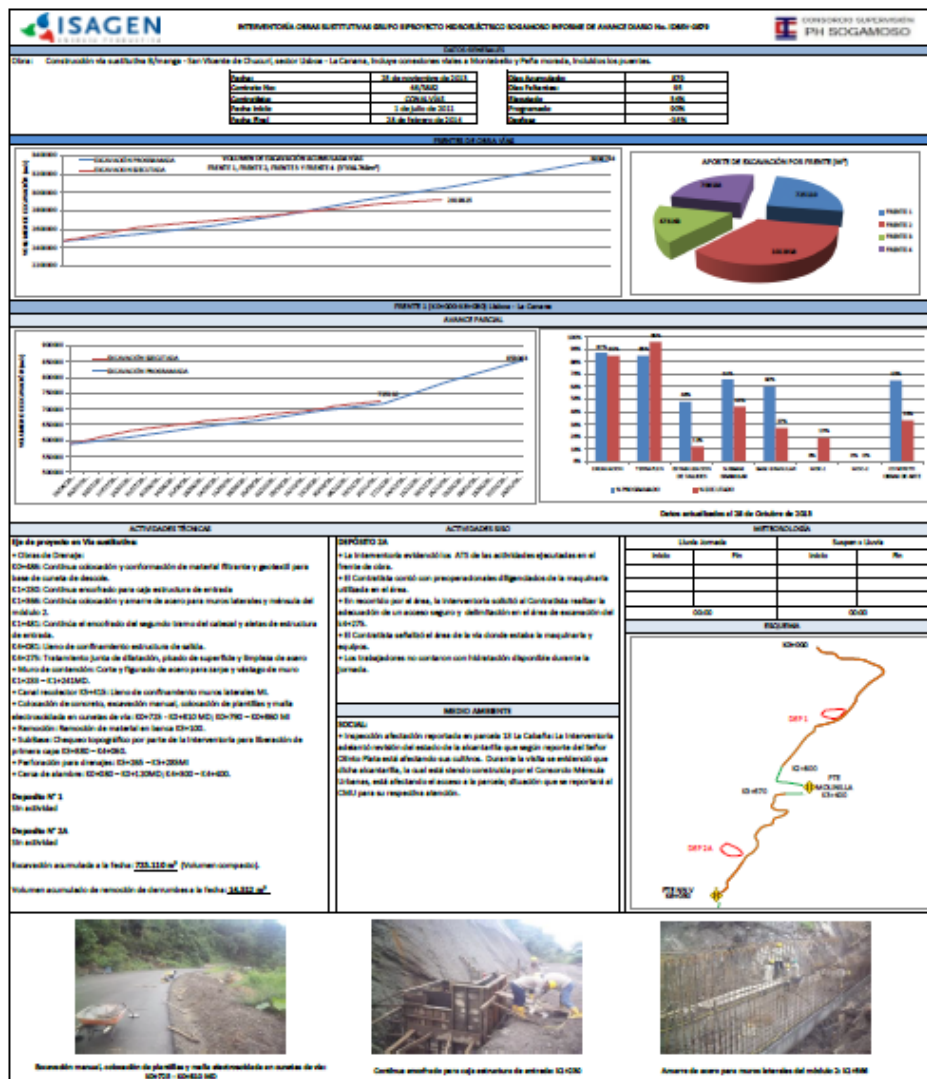
3.6. REVISIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN LOS INFORMES DE AVANCE DIARIO REALIZADOS POR LA INTERVENTORÍA.

Como reporte y control de las actividades ejecutadas diariamente, la Interventoría envía un informe para cada uno de los grupos de las vías sustitutivas divididos por frentes viales y puentes, en el que consigna cada avance realizado en obra, los rendimientos de personal y maquinaria, la disposición de los materiales en los depósitos pertinentes, el porcentaje de avance de las actividades principales como excavación, colocación de

carpeta asfáltica, manejo ambiental, de seguridad industrial y salud ocupacional requerido en obra (ver Figura 24).

La revisión y el seguimiento de la información contenida en cada informe permite conocer el estado de las actividades que se están ejecutando por frente y sirve como guía para las visitas técnicas.

Figura 24. Formato de presentación de los informes diarios para Grupo III, Vía Bucaramanga-San Vicente de Chucurí.



Fuente. Consorcio Supervisión PH Sogamoso

3.7. REVISIÓN Y CONTROL DE LAS ACTAS MENSUALES DE AVANCE DE OBRA, REFERENTE A LAS CANTIDADES DE OBRA EJECUTADAS POR EL CONTRATISTA.

Consiste en la revisión de las actas de obra que entrega el Contratista a ISAGEN, en las cuales se registran las cantidades ejecutadas y reconocidas a la fecha. En dicha revisión se pretende realizar el control del pago de las cantidades ejecutadas y reportar las inconsistencias que puedan existir.

Para el Grupo II, Restitución del Puente Guillermo Gómez Ortiz, se realizó la revisión de las actividades de instalación de concreto y acero y para el Grupo III, Sustitución de la vía Bucaramanga-San Vicente de Chucurí, se revisaron las actividades de desmonte y limpieza, movimientos de tierra (ver Figura 25), bases y subbases granulares, carpetas asfálticas (MDC-1 y MDC-2), perforaciones para estabilización de taludes e instalación de concretos.

Adicional a esto se realizó la revisión de las actas de reprocesos para Grupo III, que permite realizar el control de la maquinaria y la mano de obra que se ha reconocido hasta la fecha.

Figura 25. Cuadro de revisión de actas mensuales de avance de obra, para el ítem de excavación del tramo Lisboa-La Cananá

The image shows a screenshot of a Microsoft Excel spreadsheet titled 'Control excav y lleno tecnico grupo III_LC_ACTA26-LA'. The spreadsheet is organized into columns for months (A to D) and rows for various work items. A prominent section is labeled 'RESUMEN EXPLICACIÓN TRAMO LISBOA-LA CANANA'. At the bottom, there is a 'RESUMEN CORTE' section with numerical data for each month and a total for the year. The spreadsheet includes standard Excel interface elements like the ribbon (Archivo, Inicio, Insertar, etc.) and a status bar at the bottom.

Fuente. ISAGEN S.A.

3.8. ACOMPAÑAMIENTO A LOS COMITÉS DE OBRA QUE SE REALICEN, PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS COMPROMISOS ADQUIRIDOS ENTRE LAS PARTES.

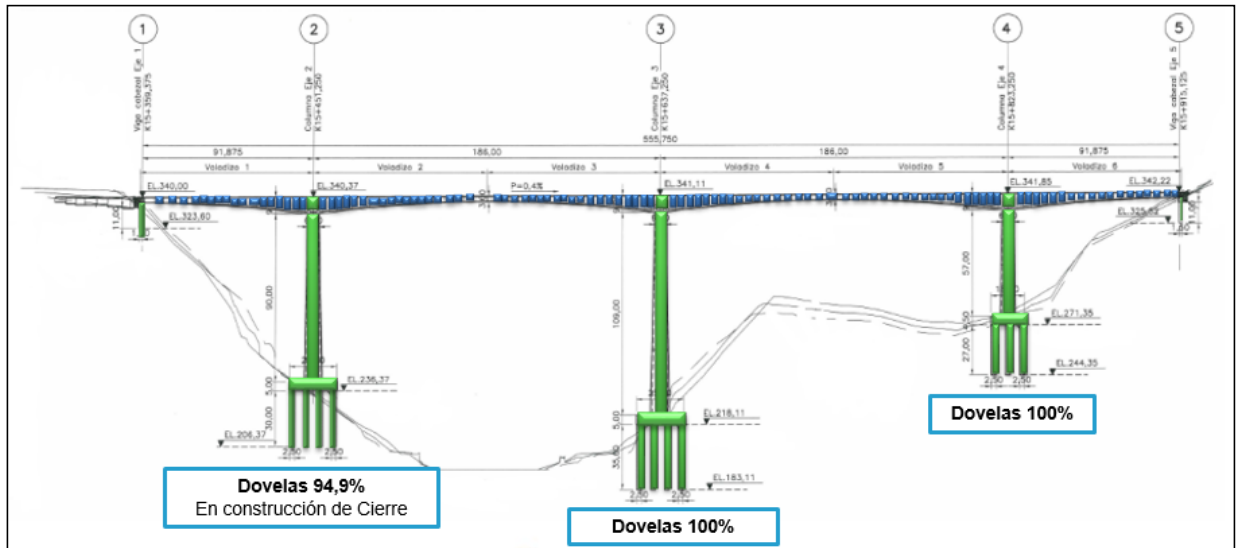
El día 30 de Octubre se realizaron los comités de obra para los Grupos II y III de las Vías Sustitutivas del Proyecto. Durante ésta actividad se pudo observar la dinámica de los comités en donde las partes involucradas en el proyecto pueden exponer los avances de obra, las actividades pendientes y otros temas de importancia relacionados con la ejecución de la obra.

3.9. APOYO EN LA ELABORACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS AVANCES DE OBRA.

La elaboración y seguimiento de los avances de obra se aplicó a los puentes de los Grupos II, III y IV y a las obras hidráulicas del Grupo III. Ésta actividad se llevó a cabo apoyada en los informes diarios que envía la Interventoría y la información recopilada en la visita de obra más reciente. Para el seguimiento de los puentes se elaboró una serie de esquemas (*ver Figura 26*) que indican el avance en infraestructura y superestructura y para las obras hidráulicas realizó un seguimiento fotográfico comparativo empleando el avance porcentual consignado en el inventario de las estructuras hidráulicas suministrado por la Interventoría, ambos seguimientos se proyectaron en los informes de comisión elaborados.

La creación de este seguimiento permitía mantener informado al equipo del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso de ISAGEN S.A. E.S.P., sobre el avance general de las actividades principales de las Vías Sustitutivas del Proyecto.

Figura 26. Esquema de seguimiento del avance constructivo Puente El Tablazo, vía Bucaramanga-San Vicente de Chucurí.



Fuente. Elaboración Propia, Información ISAGEN S.A.

3.10. APOYO EN EL SEGUIMIENTO A LOS TÍTULOS MINEROS A NOMBRE DE ISAGEN S.A.

La actividad consiste hacer seguimiento a los títulos mineros en la página web de la Agencia Nacional de Minería, (*ver Figura 27*) que ISAGEN S.A. tiene a su nombre para la explotación minera en las obras sustitutivas Grupos I, II, III y IV. El control de estos títulos mineros permite identificar y tener un registro de las comunicaciones, resoluciones y estados que la ANM expide a ISAGEN S.A. o su representante legal. De igual manera también se procede a verificar las visitas de fiscalización que la agencia tiene previsto realizar a los títulos mineros de las vías sustitutivas.

Figura 27. Seguimiento a los títulos mineros de ISAGEN S.A.



Fuente. Elaboración Propia

Para el control y seguimiento de las comunicaciones, resoluciones, estados, edictos y visitas de fiscalización se implementaron formatos (*ver Anexo 5. Formato de seguimiento la información de los títulos mineros de ISAGEN S.A.*), los cuales contenía hipervínculos con los que se podía acceder directamente al documento publicado en la página web, lo que permitió un análisis fácil y rápido de la información publicada para cada título minero.

3.11. ELABORACIÓN DEL COMPENDIO DE PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LOS PUENTES.

Esta actividad hace referencia al aporte a la Universidad y a ISAGEN S.A., en el cual se reportan algunas pruebas en campo que se realizan a los puentes los cuales conforman las vías sustitutivas del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.

El compendio anexo contiene los siguientes ensayos con sus aplicaciones respectivas en las Vías Sustitutivas del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso:

- ✓ Prueba de carga estática para puentes aplicada al puente NNV.
- ✓ Prueba de integridad de baja deformación para pilotes (PIT) aplicadas a los pilotes de los puentes de Grupo III con registro fotográfico de los pilotes del eje 2 del puente La Molinilla.

- ✓ Prueba de integridad para pilotes mediante registros sónicos cruzados o Cross-Hole Logging, aplicados a los pilotes del puente Gómez Ortiz.

3.12. ELABORACIÓN LA MICROMODELACIÓN PRELIMINAR DEL TRÁFICO DE LA INTERSECCIÓN LISBOA, UTILIZANDO EL SOFTWARE VISSIM 5.30.

Ésta actividad surgió como resultado de la evaluación que se venía realizando para la construcción de la intersección Lisboa, que conecta a Bucaramanga, Barrancabermeja y San Vicente de Chucurí, y se realizó como un aporte para la empresa y la universidad.

Para la elaboración de la micromodelación del tráfico de la Intersección Lisboa se empleó el estudio y análisis de la conexión de la vía Bucaramanga-Barrancabermeja con la nueva vía sustitutiva a San Vicente de Chucurí en el sector de Lisboa. La intersección propuesta es de tipo T, los cuales consideran los movimientos que el tránsito permite y empleando señalización que regule dichos movimientos.

El análisis de ésta intersección permite conocer la intersección en funcionamiento en la hora de máxima demanda para el año 2033, empleando el aforo realizado en el año 2011.

El diseño de la intersección hace parte de un diseño preliminar y puede ajustarse en el momento de sus diseños definitivos, así mismo aplica para la señalización definida dentro del video de la micromodelación.

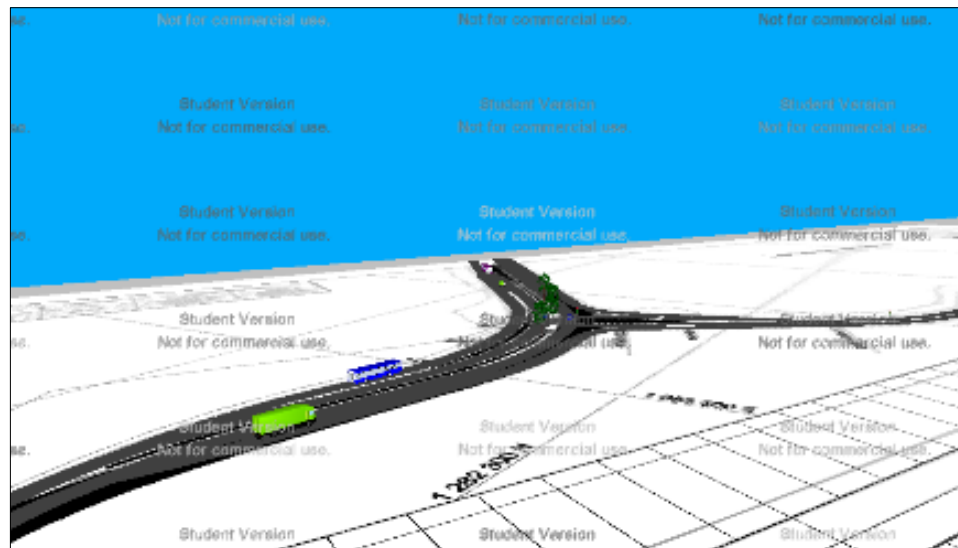
La micromodelación de la intersección permite ilustrar al personal que intervendrá en la construcción de las obras y así mismo actúa como una herramienta de visual de planeación ya que permite evaluar la alternativa planteada y de ser necesario, realizar los ajustes respectivos a tiempo.

Figura 28. Imagen en planta de la micromodelación en Vissim 5.3 de la Intersección Lisboa



Fuente. Elaboración Propia

Figura 29. Imagen de la micromodelación en Vissim 5.3 de la Intersección Lisboa



Fuente. Elaboración Propia

4. APOORTE AL CONOCIMIENTO

La práctica empresarial realizada en el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso contribuyó positivamente tanto en el ámbito profesional como en el ámbito personal, ya que por la magnitud y condiciones del proyecto se dio la oportunidad de involucrarse en aspectos sociales, ambientales y civiles que se maneja uniformemente para dar forma a éste gran Proyecto.

Los aportes al conocimiento fueron inmensos ya que abarcaron variadas temáticas de gran interés profesional, lo que da oportunidad de involucrarse en proyectos de ésta magnitud.

La práctica también contribuyó académicamente pues dio cabida a la investigación dando como resultado el “Compendio de los procedimientos de ejecución de los ensayos para los puentes que constituyen las vías sustitutivas del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso”, el cual dio campo a la recopilación y análisis de la información que suministra la empresa que realizó cada ensayo dentro del proyecto así como a la búsqueda de información complementaria que sirviera de soporte para el conformación del compendio. También se hizo posible la realización de la micromodelación del tráfico de la intersección Lisboa, empleando el software Vissim 5.3 que tiene la universidad a disposición dentro de la rama de tránsito y transporte, lo que permitió que ISAGEN conociera en funcionamiento la intersección con su diseño preliminar y pudiera dar un análisis objetivo de la misma. Ambos aportes se encuentran anexos a éste proyecto de grado.

Profesionalmente se adquirió una mayor experiencia en los diferentes procesos técnicos, constructivos y administrativos que se hacen necesario durante la construcción de un puente, una vía o los elementos que forma parte de ella.

Es importante resaltar el gran aporte personal que me brindó la práctica, teniendo en cuenta las relaciones interpersonales que se formaron con el personal del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso y la participación que se tuvo con la comunidad en alguna oportunidad, lo que aumento la capacidad de comprensión y manejo de los temas sociales dentro de estos proyectos.

5. OBSERVACIONES

- Durante las visitas a obra se pudo observar que existe una participación activa tanto por parte de la firma constructora como de las firmas interventoras y la firma consultora, lo que se percibe como algo positivo ya que contribuye al rendimiento, calidad y cumplimiento eficaz de los plazos.
- En los comités de obra se evidencia la importancia de seguir un orden de ideas tal que permita una participación efectiva de los participantes y se puedan organizar las actividades cumplidas y los pendientes a analizar en el próximo comité.
- Se observa la correcta señalización y el correcto cumplimiento a las norma de seguridad industrial y salud ocupacional en los diferentes frentes de obra.
- En el análisis de los resultados que se presentan en los informes de las pruebas realizadas en los puentes se evidencia la importancia de tener una base de datos u “Hoja de Vida” de los elementos que conforman la estructura ya que de esto depende una evaluación oportuna del elemento y da paso a la ejecución de los elementos siguientes optimizando el tiempo y cumpliendo con la programación.

6. CONCLUSIONES

- El apoyo en el seguimiento, control, supervisión y recopilación de las actividades que se ha ejecutado en la Vías Sustitutivas del Proyecto Hidrosogamoso, ha contribuido de una forma positiva a la empresa logrando de forma efectiva que la información se maneje en los plazos establecidos y facilite la toma de decisiones.
- Gracias a las actividades que se realizan en la ejecución de las obras sustitutivas y las actividades administrativas, se han adquirido conocimientos importantes para el desarrollo profesional y personal, adquiriendo un criterio sólido ante las diferentes situaciones que se presentan.
- Una de las actividades que más contribuyen profesionalmente, es la de realizar las visitas de obra y como resultado de esto elaborar los informes de comisión ya que permiten adquirir conocimientos y adicional a esto le permite a ISAGEN conocer puntualmente el estado de las actividades frente a la programación establecida.
- La asistencia a los comités de obra amplían la visión frente a las temáticas que son fundamentales para la correcta ejecución de una obra y muestran como la participación activa de las partes que conforma un contrato es esencial para que se cumplan con los requerimientos de la misma.
- Contar con las respuestas oportunas de la firma Asesora, permiten que se lleven a cabo los procesos constructivos de una forma correcta y dan a la interventoría un soporte sobre el cual evaluar la calidad de los resultados que da el contratista.
- Durante la elaboración del material de aporte (Compendio de procedimientos de ejecución de ensayos para puentes y micromodelación en Vissim 5.3 de la intersección Lisboa), se afianzaron habilidades investigativas y de recopilación de la información necesaria para la conformación de los archivos.

- La elaboración de la micromodelación de la Intersección Lisboa permitió apreciar el comportamiento de la intersección con el flujo de tráfico estimado en los estudios de tránsito para el año 2033, de tal manera que soporta la importancia de la construcción de ésta infraestructura vial y soporta los estudios previos realizados.
- Se afianzo las habilidades de trabajo equipo ya que la práctica empresarial en el área de vías sustitutivas se requería la participación activa de cada uno de los ingenieros de ISAGEN a cargo, así como de la Interventoría, la Asesoría y las empresas Contratistas.
- Mediante las labores de seguimiento, control supervisión y recopilación de la información de las actividades ejecutadas en obra se adquirieron conocimientos técnicos en el área vial, tales como la estabilización de taludes, construcción de obras hidráulicas, conformación de la estructura de pavimento (subrasante, subbase granular, base granular y carpeta asfáltica), sistemas constructivos de puentes, entre otros.
- Las visitas quincenales a obra, contribuyeron positivamente al aumento del fogueo profesional ya que permitían ver de cerca los procesos constructivos que se estaban ejecutando y llevar un control del avance de obra para mantener informado al personal del ISAGEN.
- Durante la ejecución de la práctica empresarial en el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso fue posible apreciar la importancia de la formación con sentido humano e integral que fomenta la Universidad Pontificia Bolivariana, generando una conciencia social frente a los múltiples impactos que genera un proyecto de tan altos estándares técnicos.

7. RECOMENDACIONES

- Se hace la recomendación a los nuevos estudiantes en práctica de concientizarse de la cantidad de conocimientos que pueden adquirir durante todo el proceso y del aporte personal e intelectual que pueden dar al Proyecto.
- Se recomienda que el practicante aproveche los conocimientos y experiencia con la que cuentan todo el equipo de personas que conforman el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, ya que pueden ser muy enriquecedoras tanto profesionalmente como en el ámbito personal.
- Se recomienda que los practicantes sigan participando en los comités de obra ya que permite analizar la gestión que realizan cada una de las partes involucradas (Dueño, Contratista, Interventor, Consultor), buscando siempre que se dé cumplimiento a los tiempos y a la calidad de cada actividad.
- Se recomienda a los practicantes y a la empresa que realicen una retroalimentación de los conocimientos adquiridos en la ejecución de cada actividad con el fin de aclarar dudas y conocer más al respecto.
- Es importante seguir cultivando en el estudiante el espíritu de investigación y análisis, por esto es interesante que se sigan fomentando actividades que den un aporte a la Empresa y que sean instrumento de aprendizaje en la Universidad.
- Sensibilizar a los trabajadores acerca de la importancia del auto-cuidado y uso de EPP y constante orden y aseo con las herramientas menores en cada uno de los grupos que conforman la construcción de las Vías Sustitutivas del Proyecto, con el fin de prevenir accidentes y mantener armonía en el sitio de trabajo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Documentación: Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Sexta actualización. Bogotá: Icontec, 2008. NTC 1486.
- INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS INVIAS. Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras. [en línea] <http://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos-izq> [citado el 30 de Julio de 2013].
- ISAGEN S.A. E.S.P. Bases de datos obras sustitutivas Grupo II, Grupo III y Grupo IV. [Manejo Confidencial].
- ISAGEN S.A. E.S.P. Plataforma ACE para correspondencia. [Manejo Confidencial]
- ISAGEN S.A. E.S.P. Producción de energía [en línea] <<http://www.isagen.com.co/nuestra-empresa/produccion-de-energia>> [citado el 5 de Septiembre de 2013]
- COPIA CONFORMADA: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: Pliego de Condiciones. GERENCIA PROYECTOS DE GENERACION ISAGEN S.A. E.S.P, Medellín 2010. [Manejo confidencial].
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 5882-00 Standard Test Method for Low Strain Integrity Testing of Pile.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D6760-08 Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing.
- GÓMEZ GARCÍA, Daniel. Estudio sobre ensayos de integridad estructural de pilotes: Métodos y ejemplos de interpretación de resultados. Barcelona, 2010. Trabajo de grado (Arquitecto). Universidad Politécnica de Catalunya. Escuela Politécnica Superior de Construcción de Barcelona. Disponible en <<http://es.scribd.com/doc/69505116/Estudio-Sobre-Ensayos-de-Integridad-Estructural-de-Pilotes>>
- BERMÚDEZ DEANA, Angie. Aplicación de las pruebas no destructivas PIT y CSL en la evaluación de integridad de pilotes. Sartenejas, 2005. Trabajo de grado (Ingeniería Geofísica). Universidad Simón Bolívar. Disponible en < <http://www.gc.usb.ve/geocoordweb/Tesis/Pre/Anggie%20Bermudez.pdf>>

- CARLOS FERNÁNDEZ TADEO & ASOCIADOS. Documentos: Especificación Técnicas para ensayos de integridad de pilotes [en línea]. <<http://www.fernandeztadeo.com/doc001.htm>> [citado el 12 de Septiembre de 2013]
- JEOPROBE GEOTÉCNIA ESPECIALIZADA. Pruebas en Pilotes [en línea]. <http://jeoprobe.com/servicio_pilotes_pit.html> [citado el 12 de Septiembre de 2013]
- JEOPROBE GEOTÉCNIA ESPECIALIZADA. Pruebas en Pilotes [en línea]. <http://jeoprobe.com/servicio_pilotes_pit.html> [citado el 12 de Septiembre de 2013]
- PDI Pile Dynamics Inc. Ensayo de Integridad PIT [en línea]. <<http://www.pdi.com.br/PIT-esp.htm>> [citado el 01 de Octubre de 2013].
- GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES Compañía de Diseño y Consultoría. Prueba de Integridad de Pilotes PIT. <http://www.cimentar.net/index.php?option=com_content&view=article&id=20&catid=2> [citado el 01 de Octubre de 2013]
- MINISTERIO DE FOMENTO Dirección General de Carreteras. Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción de puentes de carretera. Madrid, 1999. ISBN 84-498-0425-6
- ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Instituto de Desarrollo Urbano. Diseños estructurales de puentes peatonales y vehiculares tramo II. Bogotá, Septiembre de 2010.

ANEXOS

ANEXO 1. Plataforma de correspondencia ACE

ISAGEN ENERGÍA PRODUCTIVA **ace**

Usuario : Leidy Andrea Duarte Saavedra
Último ingreso : 2014-01-14 08:22:20 Salir

Documentos

Menu de Tareas
Consultas

Documentos
Documentos Generales
Facturas
Expedientes
Historico Equipos de Trabajo
Historia tramites
Salir

Fecha radicación DD-MM-YYYY: 01-01-2011
Fecha radicación DD-MM-YYYY: 14-01-2014

Radicado: Equipo de trabajo:

Contacto:

Solp/Contrato:

Asunto: Número de comunicación:

Clase documental: Vía:

Documento Físico: Estado:

Proyecto: Fase:

Etapa: Respuesta para firma de:

Equipo que firma la comunicación: Descripción:

Buscar

Mostrar elementos: 50 No se encontraron registros.

Fuente. ISAGEN S.A.

ANEXO 2. Formato de control de correspondencia enviada por ISAGEN a la Interventoría Consorcio Supervisión PH Sogamoso.

 CONTROL DE CORRESPONDENCIA ENVIADA POR ISAGEN A LA INTERVENTORÍA										
Grupo	Relacionado con Comunicación	Radicado ISAGEN	Fecha radicación	Equipo de trabajo	Contacto	Asunto	Documento Físico	Estado	Responsable	Modificado por
				PROYECTO SOGAMOSO	CONSORCIO SUPERVISION PH SOGAMOSO					
				PROYECTO SOGAMOSO	CONSORCIO SUPERVISION PH SOGAMOSO					
				PROYECTO SOGAMOSO	CONSORCIO SUPERVISION PH SOGAMOSO					
				PROYECTO SOGAMOSO	CONSORCIO SUPERVISION PH SOGAMOSO					
				PROYECTO SOGAMOSO	CONSORCIO SUPERVISION PH SOGAMOSO					
				PROYECTO SOGAMOSO	CONSORCIO SUPERVISION PH SOGAMOSO					
				PROYECTO SOGAMOSO	CONSORCIO SUPERVISION PH SOGAMOSO					
				PROYECTO SOGAMOSO	CONSORCIO SUPERVISION PH SOGAMOSO					
				PROYECTO SOGAMOSO	CONSORCIO SUPERVISION PH SOGAMOSO					

Fuente. ISAGEN S.A. Adaptación Propia

ANEXO 3. Formato de Solicitudes y Notas de Campo aplicada a Grupo III
Vía Sustitutiva Bucaramanga-San Vicente de Chucurí.

CONSORCIO SUPERVISIÓN PH SOGAMOSO		CONTROL DE SOLICITUDES Y NOTAS DE CAMPO DE ASESORIA - GRUPO III VÍA SUSTITUTIVA BUCARAMANGA - SAN VICENTE DE CHUCURÍ				ISAGEN CORPORACIÓN PRODUCTIVA	
Proyecto: <u>INTERVENTORÍA OBRAS SUSTITUTIVAS DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO</u>							
No.	FECHA SOLICITUD	FECHA DE RECIBO	SOLICITANTE	ASUNTO	CATEGORIA	FECHA DE RESPUESTA	RESPUESTA OFICIAL (NOTA DE CAMPO)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Fuente. ISAGEN S.A. Adaptación Propia.

ANEXO 4. Figura 27. Formato de “Listado Maestro de Planos” aplicado a Grupo II- Restitución del Puente Guillermo Gómez Ortiz.

		LISTADO MAESTRO DE PLANOS				
PROYECTO:		<u>PROYECTO HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO - INTERVENTORÍA OBRAS SUSTITUTIVAS</u>				
TEMA	PLANO		REVISIÓN		CARTA RELACIONADA	
	IDENTIFICACIÓN	TITULO	No.	ARCHIVO MAGNÉTICO	REFERENCIA	FECHA (aa-mm-dd)
OBRAS SUSTITUTIVAS - GRUPO II RESTITUCIÓN PUENTE GUILLERMO GÓMEZ ORTIZ						
LOCALIZACIÓN GENERAL						
SECCIONES TÍPICAS						
PLANTA PERFIL						
SECCIONES TRANSVERSALES						
PRUEBA DE CARGA						
SEÑALIZACIÓN						
ESTRUCTURALES						
CARTILLAS DE DESPIECE						
GEOTECNIA						
GEOLOGIA						
HIDROLOGÍA						

Fuente. ISAGEN S.A. E.S.P.

**COMPENDIO DE PRUEBAS EN CAMPO APLICADAS A LOS PUENTES QUE
CONSTITUYEN LAS VÍAS SUSTITUTIVAS DEL PROYECTO
HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO**

**LEIDY ANDREA DUARTE SAAVEDRA
ESTUDIANTE EN PRÁCTICA ISAGEN S.A. E.S.P.**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2014**

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN	5
1. PRUEBA DE CARGA ESTÁTICA EN PUENTES	6
1.1. DEFINICIÓN E IMPORTANCIA	6
1.2. APLICACIÓN DE LA PRUEBA	7
1.3. PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE LA PRUEBA	8
1.3.1. Actividades Preliminares	8
1.3.2. Fase 1 de Carga	10
1.3.3. Fase 2 de Carga	11
1.3.4. Descargue de la Fase 2	11
1.3.5. Inspección Final del Puente	12
1.4. OTRAS APLICACIONES DE LA PRUEBA DE CARGA ESTÁTICA..	13
1.4.1. Puente Guillermo Gómez Ortiz.....	13
1.4.2. Puente Quebrada 1	15
2. PRUEBAS DE INTEGRIDAD EN PILOTES.....	17
2.1. PRUEBA DE INTEGRIDAD DE BAJA DEFORMACIÓN (PIT)	17
2.1.1. Principios teóricos del método.....	18
2.1.2. Procedimiento de ejecución del ensayo	20
2.1.2.1. Actividades Preliminares.....	20
2.1.2.2. Ejecución del ensayo	21
2.1.3. Ventajas y Desventajas de la Prueba de Integridad de Baja Deformación	23
2.2. PRUEBA DE INTEGRIDAD ULTRASÓNICA, CROSS-HOLE LOGGING (CSL) 24	
2.2.1. Principios Teóricos del Método	24
2.2.2. Procedimiento de Ejecución del Ensayo	26
2.2.2.1. Actividades Preliminares.....	26
2.2.2.2. Ejecución del ensayo	27
2.2.3. Ventajas y Desventajas de la Prueba Ultrasónica Cross-Hole Logging 29	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Prueba de Carga aplicada al Puente NNV	6
Figura 2. Localización del Puente NNV, vía San Vicente de Chucurí	7
Figura 3. Plano Planta General Puente NNV	7
Figura 4. Inspección preliminar realizada al Puente NNV	8
Figura 5. Tren de Carga preparado para el Puente NNV	9
Figura 6. Fase 1 del cargue del Puente NNV, entre Ejes 1 y 2.....	10
Figura 7. Fase 2 del cargue del Puente NNV, entre Ejes 1 y 2.....	11
Figura 8. Descargue de la Fase 2 del Puente NNV, entre Ejes 1 y 2	12
Figura 9. Localización Puente Guillermo Gómez Ortiz	13
Figura 10. Prueba de Carga entre ejes 1 y 2, Puente Gómez Ortiz.....	14
Figura 11. Tren de Carga de la Prueba de Carga, Puente Gómez Ortiz	14
Figura 12. Instalación de deformímetros y sensores de temperatura en la parte posterior del Puente Gómez Ortiz	15
Figura 13. Prueba de Carga entre ejes 1 y 2 Puente Quebrada	15
Figura 14. Prueba de Carga entre ejes 2 y 3 Puente Quebrada 1	16
Figura 15. Toma de mediciones de temperatura y deformación en neoprenos, Prueba de Carga Puente Quebrada 1	16
Figura 16. Ejecución de la Prueba de Integridad de Baja Deformación PIT	17
Figura 17. Curva Teórica del Método PIT.....	19
Figura 18. Curva Teórica del Método PIT para un pilote con reducción de sección	19
Figura 20. Localización Puente La Molinilla	20
Figura 19. Puente La Molinilla, Pilote 11 descabezado y con superficie adecuada para la realización de la PIT	21

Figura 21. Instalación del equipo de topografía, PIT.	21
Figura 22. Colocación del sensor para detectar las ondas de la PIT.	22
Figura 23. Aplicación de los golpes para generación de la onda de propagación a lo largo del pilote.	23
Figura 25. Esquema General de la Prueba Cross-Hole Logging	25
Figura 26. Panorámica de Pilotes del Puente Guillermo Gómez Ortiz.....	26
Figura 27. Configuraciones Típicas de los tubos de acceso en base al diámetro del pilote para la prueba CSL.....	27
Figura 28. Toma de mediciones entre los tubos en la superficie del pilote	28
Figura 29. Izaje de sondas, Prueba Cross-Hole Logging	28
Figura 30. Ejemplo de barrido del pilote para ejecución de la prueba Cross-Hole Logging.....	29

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Análisis de Ventajas y Desventajas de la PIT	23
Tabla 2. Análisis de Ventajas y Desventajas de la prueba CSL	29

INTRODUCCIÓN

ISAGEN S.A. E.S.P. dentro de su objetivo primordial de generación de energía, está llevando a cabo desde el año 2009 el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso en el Departamento de Santander.

Como consecuencia del llenado del embalse, se dio la necesidad de reemplazar algunas estructuras viales ya existentes como lo fue un tramo de la vía Bucaramanga-Barrancabermeja (Linderos-Capitancitos), la sustitución de la vía Bucaramanga-San Vicente de Chucurí (Lisboa), la restitución del Puente Guillermo Gómez Ortiz (Girón-Zapatoca) y la restitución del Puente Geo Von Lengerke (Girón-Betulia). Dentro del reemplazo de las vías se dio cabida a la construcción de obras hidráulicas, estabilizaciones de taludes y construcción de puentes.

Los puentes durante su construcción se tuvieron en cuenta unas pruebas en campo que son requeridas por la Interventoría y las especificaciones del INVIAS y que aportan confiabilidad y calidad a los materiales empleados y los procesos constructivos aplicados.

Éste compilado que se presenta a continuación fue producto de la recopilación de la información presentada a ISAGEN S.A. y fue complementada con las visitas a obra, información bibliográfica y los registros fotográficos correspondientes.

COMPENDIO DE PRUEBAS EN CAMPO APLICADAS A PUENTES QUE CONSTITUYEN LAS VÍAS SUSTITUTIVAS DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO

1. PRUEBA DE CARGA ESTÁTICA EN PUENTES

1.1. DEFINICIÓN E IMPORTANCIA

La prueba de carga estática en puentes consiste principalmente en la aplicación de uno o más estados de carga sobre el mismo antes de ponerse en servicio, el puente va a soportar una carga viva de diseño, la cual va a ser representada por un tren de carga constituido por camiones y cuyo pesaje es específico, dependiendo de los cálculos de diseño (ver Figura 1).

El objetivo principal de ésta prueba es la de confirmar que el puente esté cumpliendo con los parámetros de diseño y durante su construcción se haya cumplido con las especificaciones a satisfacción.

Figura 1. Prueba de Carga aplicada al Puente NNV



Fuente. Propia

1.2. APLICACIÓN DE LA PRUEBA

Para efectos de éste documento, la aplicación está dada al Puente NNV, el cual hace parte de la vía sustitutiva que de Bucaramanga conduce al municipio de San Vicente de Chucurí, y que conforma el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, a cargo de la empresa generadora de energía de origen Colombiano, ISAGEN S.A. E.S.P (ver Figura 2).

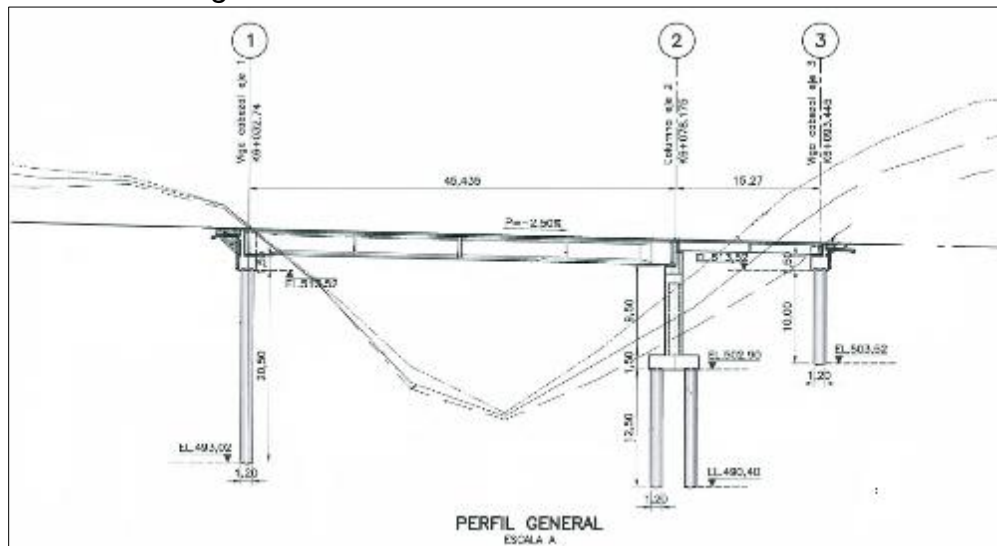
Figura 2. Localización del Puente NNV, vía San Vicente de Chucurí



Fuente. Elaboración Propia. Imagen satelital Google, fotos propias

La estructura cuenta con una longitud de 60 metros, 45 metros en su primera luz y 15 metros en la segunda (ver Figura 3). Cabe resaltar que la superestructura del puente es en vigas potenzadas.

Figura 3. Plano Planta General Puente NNV



Fuente. ISAGEN S.A. E.S.P.

La Prueba de Carga Estática llevada a cabo en éste puente, se realizó en cabeza del contratista de la vía sustitutiva, CONALVIAS, con la interventoría de CONSORCIO SUPERVISIÓN PH SOGAMOSO y con el análisis e interpretación de resultados de la firma asesora INGETEC I&D.

1.3. PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE LA PRUEBA

A continuación se enuncian los pasos para la aplicación de la Prueba de Carga Estática en Puentes.

1.3.1. Actividades Preliminares

Antes de dar inicio la Prueba de Carga, es importante seguir con un protocolo que permita conocer el estado inicial del puente.

Lo primero que se debe hacer dentro de estas actividades preliminares es inspeccionar las condiciones del puente (*ver Figura 4.*), es decir, las deflexiones existentes, anchos y longitudes de las fisuras preexistentes y desalineamientos y/o movimientos en las juntas y apoyos de la estructura.

Figura 4. Inspección preliminar realizada al Puente NNV



Fuente. Propia

Siguiendo con el protocolo, se debe verificar el pesaje del cada uno de los camiones que conforman el tren de carga y que se encuentran definidos en los planos propios de ésta prueba. En éste pesaje es importante definir la carga total real, la carga por eje y por rueda y la distancia entre ejes y entre ruedas de cada uno de los camiones, teniendo en cuenta que la desviación máxima de éste valor respecto al que se encuentra en los planos de la prueba debe ser del 5% (ver *Figura 5*).

Figura 5. Tren de Carga preparado para el Puente NNV



Fuente. Propia

Luego, para tener un control de las lecturas topográficas, deberá hacerse una marcación de los puntos de control sobre el tablero. Los puntos de control son definidos en los planos de prueba de carga realizados para el puente, en éste caso, el puente NNV contó inicialmente con 8 puntos de control entre el Eje 1 y 2 y 8 puntos de control más entre el Eje 2 y 3, para un total de 16 puntos en todo el tablero del puente.

Es importante resaltar que adicional al control topográfico que se le realiza a la estructura, se hace un control de temperatura y deformaciones en los neoprenos, para tal fin, se deberá instalar unos sensores de temperatura en la cara superior e inferior del tablero y unos deformímetros digitales en los neoprenos, de acuerdo con la ubicación que se encuentre definida en los planos de la prueba de carga del puente.

Finalmente, es importante identificar la posición de los camiones sobre el tablero, tal que sea posible tomar las mediciones en los puntos de control de una forma adecuada (*ésta actividad también se puede definir de acuerdo a los planos de la prueba de carga*).

1.3.2. Fase 1 de Carga

Ya terminadas las actividades preliminares, se da inicio a la toma de lecturas iniciales de tipo topográficas, en los puntos de control del tablero, en los deformímetros, posicionados en los neoprenos, y en los sensores de temperatura. Las lecturas iniciales permitirán conocer el primer estado en el que se encuentra el puente soportando sólo su propia carga.

Se continúa con el cargue del puente, para ésta aplicación, se embarcó el puente con dos camiones ubicados entre los Ejes 1 y 2 del puente NNV. Es primordial que los camiones entren al puente uno por uno a una velocidad máxima de 5km/h, tal que no se provoquen efectos dinámicos no deseados, ubicándose en los puntos marcados inicialmente (*ver Figura 6*).

Figura 6. Fase 1 del cargue del Puente NNV, entre Ejes 1 y 2



Fuente. Propia

Una vez se ubican los camiones, se da inicio a la toma de lecturas. Ésta toma de lecturas se llevará a cabo tres veces definidas así, en un tiempo inicial 0, a los 10 minutos y a los 20 minutos de haberse hecho el cargue.

1.3.3. Fase 2 de Carga

Cumplidos los 20 minutos de las últimas mediciones, se inicia la Fase 2 de carga del puente, en la que se da paso a la otra parte del tren de carga, en éste caso a dos camiones más ubicados entre los mismos ejes del primero. Se deben tener en cuenta las mismas consideraciones para que cada camión ingrese al puente.

Entre tanto, el puente queda con el tren de carga completo evaluado entre los ejes 1 y 2, es decir, cuatro camiones (ver Figura 7). Así mismo, una vez ubicados los camiones, se da inicio a la toma de mediciones, que para ésta fase se darán en un tiempo inicial 0, a los 10 minutos, a los 20 minutos y a los 30 minutos de haberse hecho el cargue.

Figura 7. Fase 2 del cargue del Puente NNV, entre Ejes 1 y 2



Fuente. Propia

1.3.4. Descargue de la Fase 2

Terminada la Fase 2, se procede a descargar el puente, para tal fin los camiones deben salir de la misma forma en la que entraron, uno a uno, con una velocidad máxima de 5km/h (ver Figura 8).

Una vez el tren de carga sale completamente del puente, se da inicio de nuevo a la toma de lecturas, en un tiempo inicial 0, a los 10 minutos, a los 20 minutos y a los 30 minutos de haberse realizado el descargue del puente.

Figura 8. Descargue de la Fase 2 del Puente NNV, entre Ejes 1 y 2



Fuente. Propia

1.3.5. Inspección Final del Puente

Cuando se finalice con la toma de mediciones, es imprescindible inspeccionar el puente de una forma similar a la que se realizó en las actividades preliminares, identificando fisuras producidas y desalineamientos y/o movimientos detectados en las juntas o apoyos de la estructura.

Ya terminada la prueba de carga entre los primeros ejes, se continúa con el mismo procedimiento para la carga de los ejes siguientes, en el caso del Puente NNV, para la carga entre los ejes 2 y 3.

1.4. OTRAS APLICACIONES DE LA PRUEBA DE CARGA ESTÁTICA

Ésta prueba brinda confiabilidad en las características de diseño y de tipo constructivo, por lo que es de gran importancia aplicarla en cada puente que conforma las vías sustitutivas del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. A continuación se muestran otros puentes a los que se le han aplicado la prueba hasta la fecha.

1.4.1. Puente Guillermo Gómez Ortiz

Éste puente forma parte de la vía sustitutiva que de Bucaramanga conduce a Zapatoca (ver *Figura 9*), atravesando el Río Sogamoso con 510 metros de longitud.

Figura 9. Localización Puente Guillermo Gómez Ortiz

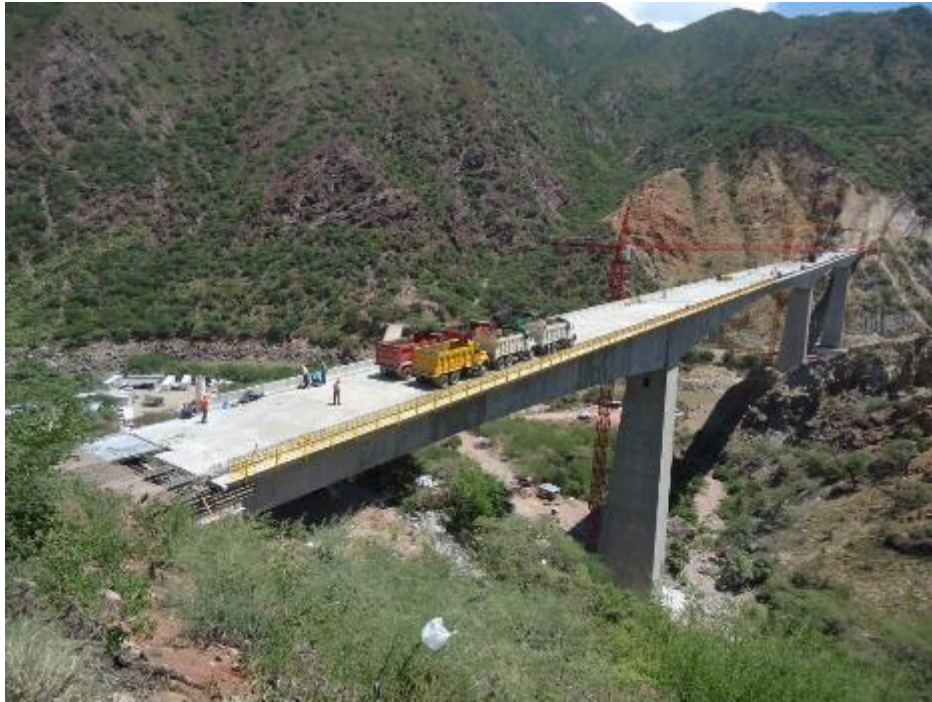


Fuente. *Elaboración Propia. Imagen satelital Google, fotos propias*

La prueba de carga se llevó a cabo el día jueves 26 de septiembre por la firma subcontratista CONALVIAS y el protocolo utilizado para la prueba es el mismo ya mencionado anteriormente.

El registro fotográfico de la prueba fue suministrado por la firma interventora CONSORCIO SUPERVISIÓN PH SOGAMOSO.

Figura 10. Prueba de Carga entre ejes 1 y 2, Puente Gómez Ortiz



Fuente. Registro Fotográfico Consorcio Supervisión PH Sogamoso

Figura 11. Tren de Carga de la Prueba de Carga, Puente Gómez Ortiz



Fuente. Registro Fotográfico Consorcio Supervisión PH Sogamoso.

Figura 12. Instalación de deformímetros y sensores de temperatura en la parte posterior del Puente Gómez Ortiz



Fuente. Registro Fotográfico Consorcio Supervisión PH Sogamoso

1.4.2. Puente Quebrada 1

Éste puente al igual que el puente Gómez Ortiz forma parte de la vía sustitutiva Bucaramanga-Zapatoca. La estructura tiene 50 metros de longitud y atraviesa la quebrada N.N.

La prueba de carga de éste puente también se llevó a cabo el día jueves 26 de Septiembre por la firma Consorcio Azvi S.A.- Construirte S.A. y la interventoría por el CONSORCIO SUPERVISIÓN PH SOGAMOSO.

Figura 13. Prueba de Carga entre ejes 1 y 2 Puente Quebrada



Fuente. Registro Fotográfico Consorcio Supervisión PH Sogamoso

Figura 14. Prueba de Carga entre ejes 2 y 3 Puente Quebrada 1



Fuente. Registro Fotográfico Consorcio Supervisión PH Sogamoso

Figura 15. Toma de mediciones de temperatura y deformación en neoprenos, Prueba de Carga Puente Quebrada 1



Fuente. Registro Fotográfico Consorcio Supervisión PH Sogamoso

2. PRUEBAS DE INTEGRIDAD EN PILOTES

Las pruebas de integridad en pilotes con aquellas que suministran información sobre la continuidad del concreto empleado en la fundación del pilote, siendo esta una característica fundamental de la calidad y el comportamiento de éste cuando sea sometido a las diferentes cargas para las cuales fueron diseñados, para el proyecto Hidroeléctrico Sogamoso se emplearon las pruebas PIT y Cross-Hole. Éstas pruebas son requeridas por la Interventoría y se mencionan en el Artículo 621-07 del INVIAS, párrafo 621.5.2.6. Ensayos no Destructivos.

2.1. PRUEBA DE INTEGRIDAD DE BAJA DEFORMACIÓN (PIT)

Éste método permite determinar el estado del pilote de acuerdo con su continuidad, midiendo los cambios de impedancia permitiendo simultáneamente la verificación de la longitud final del mismo.

La PIT, también denominada método sónico, consiste en la aplicación de un impacto de baja energía en la cabeza del pilote empleando un martillo y a partir de esto registrar la respuesta que se genera por tal excitación.

Figura 16. Ejecución de la Prueba de Integridad de Baja Deformación PIT



Fuente. ISAGEN S.A. Registro Fotográfico Visita 10/10/13 Puente La Molinilla Eje 2. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.

2.1.1. Principios teóricos del método

Este método sónico se basa en la teoría de propagación de la onda a lo largo del pilote. Una onda de tipo compresional viaja por medio del fuste del elemento a una velocidad que depende del medio en el que se transmite y del módulo de elasticidad del material:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

(Ec. 2.1.)

Dónde, c , Velocidad de Propagación
 E , Módulo de elasticidad dinámico del material
 ρ , Densidad

Para el concreto la velocidad de propagación se encuentra entre los 3500 y 4000 m/s aproximadamente.

La onda que es reflejada hacia la cabeza del pilote es la que permite tener información respecto a los cambios físicos de éste y a partir de esto generar un análisis de las ondas que son reflejadas por cambios o discontinuidades del pilote.

Cuando la onda encuentra un cambio en las características geométricas del pilote o en las propiedades del mismo se producen ecos que permiten evaluar el estado del pilote de acuerdo con el área de su sección transversal, la densidad del material y la velocidad de propagación de la onda a través del material. Los anteriores términos hacen referencia a la impedancia o la oposición al paso de la corriente alterna y se define así,

$$z = \frac{E \times A}{c}$$

(Ec. 2.2)

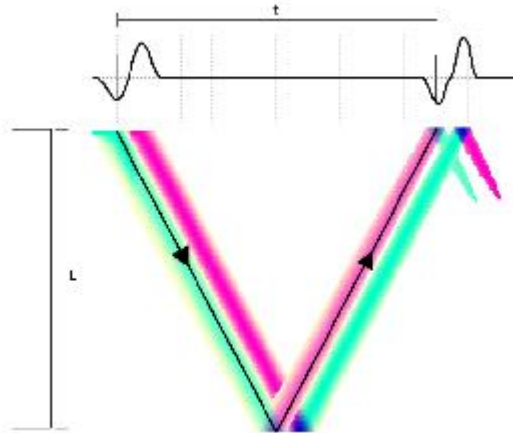
Donde, z , Impedancia
 ρ , Densidad
 c , Velocidad de Propagación
 A , área de la sección transversal

Otro resultado que es posible obtener con este ensayo, es la longitud real del pilote, ya que en los resultados de la onda que se registra es posible observar al inicio un par de picos que se producen por el golpe del martillo y al finalizar otro par producidos por la reflexión de la onda (ver Figura 15), entre tanto, teniendo en cuenta la distancia recorrida por la onda ($2L$), el tiempo que tardo la onda en volver luego del impacto (t) y la velocidad de propagación de la onda (c), la longitud del pilote se expresa así,

$$L = \frac{c \times t}{2}$$

(Ec. 2.3.)

Figura 17. Curva Teórica del Método PIT



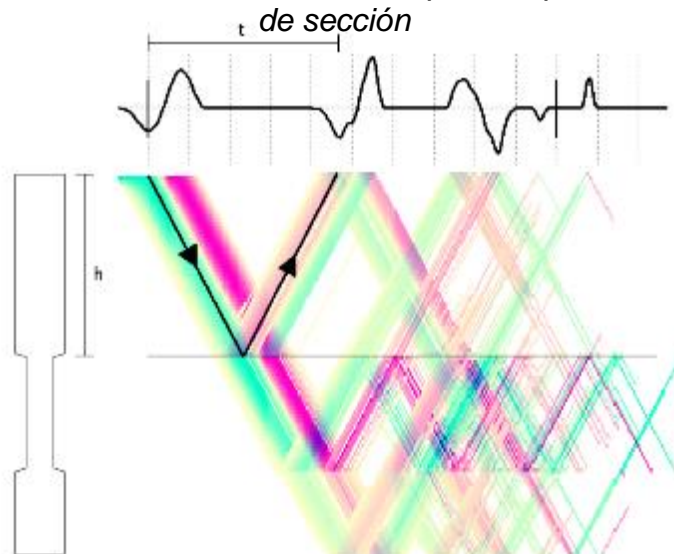
Fuente. Gómez García, Daniel. Estudios sobre ensayos de integridad estructural de pilotes: Métodos y ejemplos de interpretación de los resultados. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, 2010.

Cuando ocurre una impedancia producida por un cambio de sección del pilote o por cambios en las propiedades del mismo, se producirá un reflejo del tiempo (t'), tal como se presenta en la ecuación descrita a continuación y en la Figura 16.

$$h = \frac{c \times t'}{2}$$

(Ec. 2.4.)

Figura 18. Curva Teórica del Método PIT para un pilote con reducción de sección



Fuente. Gómez García, Daniel. Estudios sobre ensayos de integridad estructural de pilotes: Métodos y ejemplos de interpretación de los resultados. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, 2010.

2.1.2. Procedimiento de ejecución del ensayo

En éste caso se tomará como referencia la aplicación de la prueba a los 6 pilotes del eje 2 del Puente La Molinilla, puente de aproximadamente 100 metros de longitud que hace parte de la vía sustitutiva Bucaramanga-San Vicente de Chucurí (ver Figura 20).

Figura 20. Localización Puente La Molinilla



Fuente. Elaboración Propia. Imagen satelital Google, fotos propias

2.1.2.1. Actividades Preliminares

Para dar inicio al ensayo es necesario que el pilote se encuentre correctamente descabezado, es decir, con una superficie uniforme (ver Figura 19), con el fin de que sea posible instalar el sensor y aplicar los golpes. Además debe estar limpio libre de agua y sin residuos de concreto o de otro material.

Figura 19. Puente La Molinilla, Pilote 11 descabezado y con superficie adecuada para la realización de la PIT



Fuente. ISAGEN S.A. Registro Fotográfico Visita 10/10/13 Puente La Molinilla Eje 2. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.

La edad del pilote recomendada para la realización del ensayo según la ASTM D 5882-00 *Standard Test Method for Low Strain Integrity Testing of Piles*, es de 7 días alcanzando el 75% de la resistencia de diseño.

2.1.2.2. Ejecución del ensayo

Se debe realizar control topográfico con el fin de verificar las cotas de los pilotes.

Figura 21. Instalación del equipo de topografía, PIT.



Fuente. ISAGEN S.A. Registro Fotográfico Visita 10/10/13 Puente La Molinilla Eje 2. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.

El personal capacitado para realizar ésta prueba procederá a ingresar todos los datos del pilote, tales como, diámetro de los pilotes, en este caso todos los pilotes son de 1.50 metros de diámetro, las longitudes promedio de los pilotes y finalmente una velocidad de propagación de referencia teniendo en cuenta la resistencia del concreto.

Seguido de esto es necesario limpiar la superficie y proceder a colocar el acelerómetro sobre la superficie del pilote logrando que éste quede lo más nivelado para permitir la correcta transmisión de la onda. Es importante tener en cuenta que la señal no se propaga por el pilote si se hace sobre un concreto contaminado.

Figura 22. Colocación del sensor para detectar las ondas de la PIT.



Fuente. ISAGEN S.A. Registro Fotográfico Visita 10/10/13 Puente La Molinilla Eje 2. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.

Luego, se comienzan a dar los golpes sobre la cabeza del pilote. Se deben efectuar un mínimo de golpes correctamente para que se genere una gráfica promedio de la onda de propagación y sea posible analizar el estado del pilote.

Finalmente cuando se tienen las gráficas de la onda transmitida por el pilote estas quedan archivadas en el equipo Pile Integrity Tester (Probador de Integridad en Pilas) y se procede a realizar el análisis de los resultados.

Figura 23. Aplicación de los golpes para generación de la onda de propagación a lo largo del pilote.



Fuente. ISAGEN S.A. Registro Fotográfico Visita 10/10/13 Puente La Molinilla Eje 2. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.

2.1.3. Ventajas y Desventajas de la Prueba de Integridad de Baja Deformación

Tabla 1. Análisis de Ventajas y Desventajas de la PIT

Prueba de Integridad de Baja Deformación	
Ventajas	Desventajas
Su ejecución es muy rápida, rendimientos altos.	No cuantifica el daño, sólo muestra una evidencia de éste.
No necesita de muchas actividades preliminares para llevar a cabo la prueba.	Si el golpe no es aplicado correctamente sobre la superficie la señal no se propaga correctamente, así que depende mucho de la experiencia y pericia de sus operadores.
Es de bajo costo en comparación con otras pruebas similares.	De acuerdo con la experiencia de sus operadores, la onda se pierde en pilotes con diámetro mayor a 2.50 metros.
Los equipos que se utilizan son de fácil manipulación.	
Funciona eficazmente para diámetros menores de 1.50 metros	La eficacia del ensayo depende del terreno sobre el cuál el pilote esta cimentado.

2.2. PRUEBA DE INTEGRIDAD ULTRASÓNICA, CROSS-HOLE LOGGING (CSL)

La prueba de registros sínicos cruzados o CSL mide la integridad del concreto de fundaciones profundas, mediante el tiempo en el que la onda ultrasónica se propaga desde un emisor hasta un receptor que se desplazan por ductos paralelos previamente instalados dentro del pilote.

Figura 24. Ejecución de la Prueba Cross-Hole Logging.



Fuente. ISAGEN S.A. Registro Fotográfico, Pilotes Puente Guillermo Gómez Ortiz.

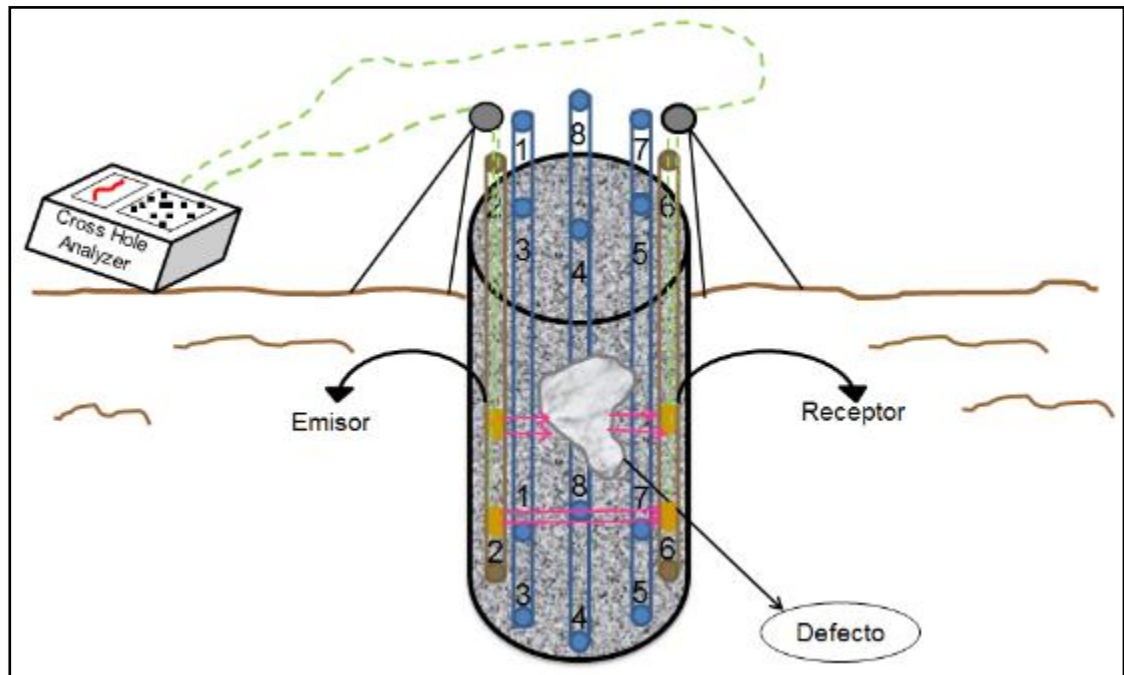
2.2.1. Principios Teóricos del Método

La velocidad de la propagación de la onda a través del fuste del pilote depende de las propiedades del concreto, la geometría del elemento y de la longitud de la onda. Las frecuencias ultrasónicas, es decir superiores a 20.000 Hz, generan ondas P (Pressure Waves) y las ondas S (Shear Waves) que viajan a través del concreto, sin embargo, las ondas S son relativamente lentas y por tanto no son de importancia para el análisis de éste método. Cuando la calidad del concreto es buena, las ondas P viajan con un rango de velocidad entre 3600 y 4400 m/s, mientras que cuando la calidad del concreto es pobre o contiene anomalías como inclusiones de suelo, lodo, gravas, agua, bentonita o incluso vacíos, la velocidad de la onda P es significativamente inferior frente a un concreto de buena calidad.

Cuando la sonda emisora y la sonda receptora recorre la longitud de los tubos previamente instalados, la sonda emisora produce pulsos

ultrasónicos con frecuencias entre 20.000 y 130.000 Hz y que produce trenes de ondas cada 10 o 50 mm aproximadamente.

Figura 25. Esquema General de la Prueba Cross-Hole Logging



F

Fuente. Elaboración Propia

En la Figura 25. Es posible observar que la señal que se genera entre la sonda emisora y receptora. El punto en donde la amplitud de la onda comienza a fluctuar rápidamente muestra cuando la señal llega al receptor, conocido como umbral de tiempo (threshold time).

Conocida la distancia entre los tubos, la velocidad entre los tubos se puede calcular así:

$$\text{Velocidad de Pulso} = \frac{\text{longitud de recorrido (espaciamiento entre tubos)}}{\text{tiempo de recorrido (primera llegada)}}$$

(Ec. 2.5.)

Cuando existe un defecto la señal que emite al receptor es bloqueada y absorbida por éste, por lo que el receptor mide un valor inferior al promedio. La energía en un medio homogéneo, teniendo en cuenta la atenuación que se puede presentar ante la presencia de un defecto se puede expresar de la siguiente forma:

$$E_r = E_t \exp(-kxf)$$

(Ec. 2.6.)

En donde,

E_r , la energía recibida
 E_t , la energía transmitida
 k , factor de atenuación del medio
 x , la distancia entre el transmisor y el receptor
 f , la frecuencia de la señal

2.2.2. Procedimiento de Ejecución del Ensayo

Ésta prueba se llevó a cabo en los pilotes del nuevo puente Guillermo Gómez Ortiz, que atraviesa el Río Sogamoso en la vía que comunica a Girón con Zapatoca (*Ver Figura 9*), por lo tanto la imágenes que se presentan respecto al procedimiento corresponden al registro fotográfico de ISAGEN S.A..

Figura 26. Panorámica de Pilotes del Puente Guillermo Gómez Ortiz



Fuente. ISAGEN S.A. Registro Fotográfico Visita 18/07/12 Puente Guillermo Gómez Ortiz. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.

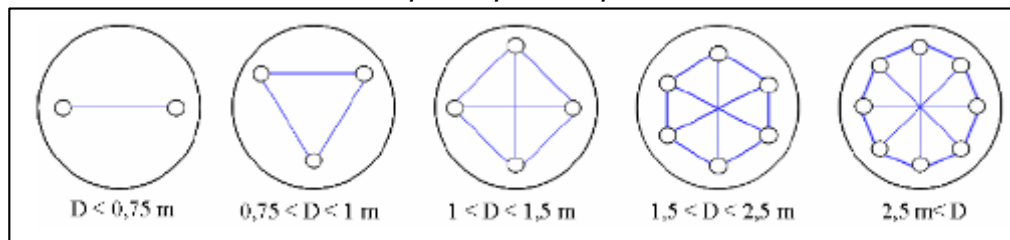
2.2.2.1. Actividades Preliminares

Para que se pueda llevar a cabo éste método es necesaria la instalación de unos ductos de acceso metálicos alrededor del pilote que van anclados a la canasta de acero reforzado colocada en el sitio, previo al vaciado del concreto. El diámetro interno de cada tubo

debe estar entre los 38 a 50 mm y el número de ductos que se deben instalar depende del diámetro del pilote y el espaciamiento entre cada uno, que debe ser de 0.3 m aproximadamente (ver Figura 27) todo esto de acuerdo con la norma ASTM D6760-08 Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing.

$$\text{No. de Ductos} = \frac{\text{Diámetro del Pilote}}{0.3 \text{ m}} \quad (\text{Ec. 2.7.})$$

Figura 27. Configuraciones Típicas de los tubos de acceso en base al diámetro del pilote para la prueba CSL



Fuente. Bermudez Angie. Aplicación de las pruebas no destructivas PIT y CSL en la evaluación de la integridad de pilote. Universidad Simón Bolívar.

Para que los ductos funcionen adecuadamente durante la ejecución de la prueba es necesario que estén libres de obstrucciones, tener el extremo inferior cerrado herméticamente para impedir la entrada de elementos extraños y evitar que se produzca una pérdida de agua al momento de llenarse previo a la realización del ensayo.

2.2.2.2. Ejecución del ensayo

La prueba CSL debe realizarse entre 3 y 7 días después del vaciado del concreto (varía de acuerdo a la resistencia del concreto y el diámetro del pilote)¹.

Antes de dar inicio al ensayo debe medirse la longitud del tubo sobresaliente de la cabeza del pilote, la distancia entre los tubos y realizar un croquis de la ubicación de los ductos debidamente numerados, para posteriormente identificar los perfiles ensayados y de ser el caso el punto dónde se registró a anomalía.

¹ ASTM D6760-08 Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing.

Figura 28. Toma de mediciones entre los tubos en la superficie del pilote



Fuente. ISAGEN S.A. Registro Fotográfico Visita 11/02/13 Puente Guillermo Gómez Ortiz. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.

Estando los tubos llenos de agua, se introducen la sonda emisora y la sonda receptora por su respectivo ducto hasta el final del tubo, procurando que queden al mismo nivel. Luego se comienzan a izar ambas sondas uniformemente mientras tanto el software va registrando el tiempo y la energía que se emite en intervalos constantes de profundidad.

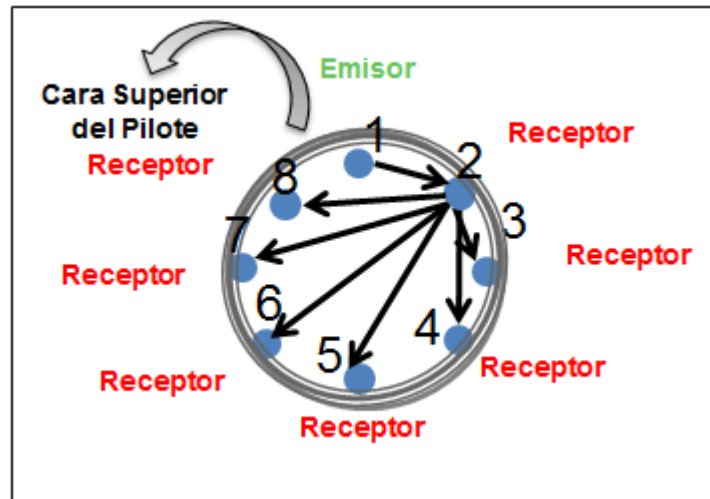
Figura 29. Izaje de sondas, Prueba Cross-Hole Logging



Fuente. ISAGEN S.A. Registro Fotográfico Visita 11/02/13 Puente Guillermo Gómez Ortiz. Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.

Finalizando éste procedimiento para la primera pareja de tubos se procede con las siguientes hasta finalizar con el barrido del pilote tal como se muestra en la Figura. 30. El proceso se debe hacer para cada pareja de ductos tal que se logre un correcto análisis del pilote.

Figura 30. Ejemplo de barrido del pilote para ejecución de la prueba Cross-Hole Logging



Fuente. Elaboración Propia

2.2.3. Ventajas y Desventajas de la Prueba Ultrasónica Cross-Hole Logging

Tabla 2. Análisis de Ventajas y Desventajas de la prueba CSL

Prueba Cross-Hole Logging	
Ventajas	Desventajas
No tiene limitaciones frente a la longitud del pilote.	No cuantifica el daño, sólo muestra una evidencia de éste.
Los resultados no se ven afectados por el tipo de suelo de cimentación.	El método se limita a las pruebas del concreto que está entre los tubos preinstalados y por lo tanto no existe información del concreto que está fuera del perímetro que circunscribe los ductos instalados.
Los equipos que se utilizan son de fácil manipulación.	
Funciona eficazmente para todo tipo de diámetros en los pilotes, en especial para los que tienen un diámetro superior a 2.50 metros.	Necesita de la instalación de ductos junto a la canasta de refuerzo, lo que hace que la prueba demande un mayor tiempo.
El terreno sobre el cual esta cimentado el pilote no afecta la realización de ésta prueba.	

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Documentación: Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Sexta actualización. Bogotá: Icontec, 2008. NTC 1486.
- INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS INVIAS. Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras. [en línea] <http://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos-izq> [citado el 30 de Julio de 2013].
- ISAGEN S.A. E.S.P. Bases de datos obras sustitutivas Grupo II, Grupo III y Grupo IV. [Manejo Confidencial].
- ISAGEN S.A. E.S.P. Plataforma ACE para correspondencia. [Manejo Confidencial]
- COPIA CONFORMADA: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: Pliego de Condiciones. GERENCIA PROYECTOS DE GENERACION ISAGEN S.A. E.S.P, Medellín 2010. [Manejo confidencial].
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 5882-00 Standard Test Method for Low Strain Integrity Testing of Pile.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D6760-08 Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing.
- GÓMEZ GARCÍA, Daniel. Estudio sobre ensayos de integridad estructural de pilotes: Métodos y ejemplos de interpretación de resultados. Barcelona, 2010. Trabajo de grado (Arquitecto). Universidad Politécnica de Catalunya. Escuela Politécnica Superior de Construcción de Barcelona. Disponible en <<http://es.scribd.com/doc/69505116/Estudio-Sobre-Ensayos-de-Integridad-Estructural-de-Pilotes>>
- BERMÚDEZ DEANA, Angie. Aplicación de las pruebas no destructivas PIT y CSL en la evaluación de integridad de pilotes. Sartenejas, 2005. Trabajo de grado (Ingeniería Geofísica). Universidad Simón Bolívar. Disponible en <<http://www.gc.usb.ve/geocoordweb/Tesis/Pre/Anggie%20Bermudez.pdf>>
- CARLOS FERNÁNDEZ TADEO & ASOCIADOS. Documentos: Especificación Técnicas para ensayos de integridad de pilotes [en línea].

- <<http://www.fernandeztadeo.com/doc001.htm>> [citado el 12 de Septiembre de 2013]
- JEOPROBE GEOTÉCNIA ESPECIALIZADA. Pruebas en Pilotes [en línea]. <http://jeoprobe.com/servicio_pilotes_pit.html> [citado el 12 de Septiembre de 2013]
 - JEOPROBE GEOTÉCNIA ESPECIALIZADA. Pruebas en Pilotes [en línea]. <http://jeoprobe.com/servicio_pilotes_pit.html> [citado el 12 de Septiembre de 2013]
 - PDI Pile Dynamics Inc. Ensayo de Integridad PIT [en línea]. <<http://www.pdi.com.br/PIT-esp.htm>> [citado el 01 de Octubre de 2013].
 - GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES Compañía de Diseño y Consultoría. Prueba de Integridad de Pilotes PIT. <http://www.cimentar.net/index.php?option=com_content&view=article&id=20&catid=2> [citado el 01 de Octubre de 2013]
 - MINISTERIO DE FOMENTO Dirección General de Carreteras. Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción de puentes de carretera. Madrid, 1999. ISBN 84-498-0425-6
 - ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Instituto de Desarrollo Urbano. Diseños estructurales de puentes peatonales y vehiculares tramo II. Bogotá, Septiembre de 2010.