

**BRINDAR APOYO A LA INTERVENTORÍA TECNICONTROL PARA LOS  
CONTRATOS DE LAS OBRAS DE GEOTECNIA DE LOS GASODUCTOS  
GIBRALTAR – BUCARAMANGA Y BARRANCABERMEJA – PAYOA –  
BUCARAMANGA**

**PRESENTADO POR  
KAREN DURLEY DURÁN URIBE  
ID: 000245746**



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2020**

**BRINDAR APOYO A LA INTERVENTORÍA TECNICONTROL PARA LOS  
CONTRATOS DE LAS OBRAS DE GEOTECNIA DE LOS GASODUCTOS  
GIBRALTAR – BUCARAMANGA Y BARRANCABERMEJA – PAYOA –  
BUCARAMANGA**

**KAREN DURLEY DURÁN URIBE**

**ID: 00024576**

**PRÁCTICAS EMPRESARIALES PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**DIRECTOR ACADÉMICO  
CARLOS FERNANDO RIVERA PEÑA**

**DIRECTOR EMPRESARIAL  
LEONARDO RUEDA ARIZA**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2020**

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios y la Virgen Santísima por guiar mi camino cada día, llenándome de bendiciones, sabiduría, fortaleza y paciencia para alcanzar mí proyecto de vida.*

*A mi madre Mercedes Uribe y mi padre Edgar Durán, por brindarme la oportunidad de ser una profesional gracias a su gran esfuerzo y lucha, inculcándome valores para ser cada día mejor persona y lograr ser lo que soy ahora; a mis hermanos por su apoyo incondicional para alcanzar mis metas, a mi tío Hernando por ser partícipe de este gran sueño e impulsarme a conseguir lo que quiero con grandes consejos para nunca desviarme del camino.*

*Al equipo de Interventoría Tecnicontrol S.A.S por darme la oportunidad de realizar mi práctica empresarial junto con profesionales, los cuales por medio de sus enseñanzas me ayudaron a fortalecer aquellos conocimientos necesarios para empezar a crecer profesionalmente.*

*A cada uno de los docentes que me acompañaron durante mi proceso de aprendizaje como estudiante de pregrado en la UPB.*

**Karen Durley Durán Uribe**

## TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVOS.....	2
1.1	Objetivo General.....	2
1.2	Objetivos Específicos.....	2
2.	GLOSARIO .....	3
3.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	5
3.1	Misión .....	6
3.2	Visión.....	6
4.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PRÁCTICA .....	7
4.1	Duración de la Práctica.....	7
4.2	Plan de Trabajo .....	7
5.	MARCO TEÓRICO .....	8
5.1	Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo (AVR).....	8
5.1.1	Análisis de Amenaza.....	9
5.1.2	Análisis de Vulnerabilidad .....	9
5.1.3	Análisis de Riesgo.....	11
6.	GENERALIDADES GASODUCTOS PROMIORIENTE .....	14
6.1	Trazado Gasoductos Promioriente .....	15
6.2	Tramos que conforman el Gasoducto.....	18
7.	ACTIVIDADES DESARROLLADAS .....	19
7.1	Proceso constructivo de los Caissons obra de Mantenimiento GCHBU_PK 16+637 .....	19
7.1.1	Introducción obra de mantenimiento GCHBU_PK 16+637 .....	19
7.1.2	Caisson .....	22
7.1.3	Recursos .....	23
7.1.4	Materiales.....	23
7.1.5	Localización .....	24
7.1.6	Excavación.....	24
7.1.7	Anillos de Protección.....	25
7.1.8	Solado de Limpieza.....	26

7.1.9	Armadura de Acero del Núcleo .....	26
7.1.10	Fundida Núcleo de Caisson .....	28
7.1.11	Control de calidad y seguridad.....	29
7.2	Revisión Informes Técnicos presentados por los Inspectores QC de da Interventoría y Contratistas .....	36
7.3	Seguimiento al rendimiento de la obra sector Enterradero GCHBU_PK 16+637 .....	38
7.3.1	Establecer avances y/o retrasos de la obra .....	38
7.3.2	Control del presupuesto a través del seguimiento a la ejecución del presupuesto de obra .....	45
7.4	Empleo de la Herramienta PRIMANAGER .....	49
8.	APORTE AL CONOCIMIENTO .....	53
9.	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS .....	56
9.1	Visitas a obras de la línea Chitagá-Bucaramanga .....	56
9.2	Levantamiento Actas de Comité de Obra .....	62
9.3	Actividades Administrativas .....	63
9.4	Participación en Capacitaciones .....	64
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	69

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura N° 01.</b> Logo de Tecnicontrol S.A.S .....	5
<b>Figura N° 02.</b> Vista satelital trazado Gasoducto Gibraltar-Bucaramanga, 12 pulgadas de diámetro .....	15
<b>Figura N° 03.</b> Vista satelital trazado Gasoducto Bucaramanga-Payoa- Barrancabermeja, 8 y 6 pulgadas de diámetro .....	16
<b>Figura N° 04.</b> Vista tramos que conforman el Gasoducto .....	18
<b>Figura N° 05.</b> Alternativa escogida inicialmente .....	20
<b>Figura N° 06.</b> Zona de deslizamiento actual (Rojo) y zona muy alta de susceptibilidad geotécnica (Amarillo).....	20
<b>Figura N° 07.</b> DDV y problemas de estabilidad en otros sectores. ....	20
<b>Figura N° 08.</b> Alternativa 2: Barrera en caisson .....	22
<b>Figura N° 09.</b> Alternativa 2 Caisson y tensores.....	22
<b>Figura N° 10.</b> Informe diario y Bitácora, verificación de personal y equipo por frente de Obra. GCHBU_PK 16+637 .....	37
<b>Figura N° 11.</b> Curva de Avance.....	48
<b>Figura N° 12.</b> Presentación módulos PRIMANAGER.....	50
<b>Figura N° 13.</b> Presentación OC de la obras de Geotecnia.....	50
<b>Figura N° 14.</b> Presentación PK correspondientes a la OC de la obras de Geotecnia .....	51
<b>Figura N° 15.</b> Pasos para crear libro de obra.....	51
<b>Figura N° 16.</b> Presentación PK correspondientes a la OC de la obras de Geotecnia .....	52

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía N° 01.</b> Material proveniente de excavación para anillos de protección .....	24
<b>Fotografía N° 02.</b> Material proveniente de excavación para anillos de protección	24
<b>Fotografía N° 03.</b> Molinete para extracción de material de excavación .....	25
<b>Fotografía N° 04.</b> Verificación de material para anillo de protección caisson .....	25
<b>Fotografía N° 05.</b> Amarre de acero y armado de formaleta para fundir anillo de protección en el caisson .....	26
<b>Fotografía N° 06.</b> Amarre de acero y armado de formaleta para fundir anillo de protección en el caisson .....	26
<b>Fotografía N° 07.</b> Verificación amarre de acero para el núcleo del caisson.....	27
<b>Fotografía N° 08.</b> Verificación amarre de acero para el núcleo del caisson.....	27
<b>Fotografía N° 09.</b> Verificación amarre de acero para el núcleo del caisson.....	27
<b>Fotografía N° 10.</b> Verificación amarre de acero para el núcleo del caisson.....	27
<b>Fotografía N° 11.</b> Fundida del núcleo de caisson en concreto ciclópeo de 3000 psi .....	28
<b>Fotografía N° 12.</b> Fundida del núcleo de caisson en concreto ciclópeo de 3000 psi .....	28
<b>Fotografía N° 13.</b> Fundida del núcleo de caisson en concreto ciclópeo de 3000 psi .....	29
<b>Fotografía N° 14.</b> Fundida del núcleo de caisson en concreto ciclópeo de 3000 psi .....	29
<b>Fotografía N° 15.</b> Fundida del núcleo de caisson en concreto ciclópeo de 3000 psi .....	29
<b>Fotografía N° 16.</b> Fundida del núcleo de caisson en concreto ciclópeo de 3000 psi .....	29
<b>Fotografía N° 17.</b> Toma de ocho (8) muestras de cilindros para ser fallados a la compresión .....	31
<b>Fotografía N° 18.</b> Toma de ocho (8) muestras de cilindros para ser fallados a la compresión .....	31
<b>Fotografía N° 19.</b> Toma de ocho (8) muestras de cilindros para ser fallados a la compresión .....	31
<b>Fotografía N° 20.</b> Toma de ocho (8) muestras de cilindros para ser fallados a la compresión .....	31
<b>Fotografía N° 21.</b> Toma de muestra asentamiento de concreto .....	32
<b>Fotografía N° 22.</b> Toma de muestra asentamiento de concreto .....	32
<b>Fotografía N° 23.</b> Verificación de acero para el núcleo de caisson.....	32
<b>Fotografía N° 24.</b> Verificación de acero para el núcleo de caisson.....	32
<b>Fotografía N° 25.</b> Verificación de acero para el núcleo de caisson.....	33
<b>Fotografía N° 26.</b> Verificación de acero para el núcleo de caisson.....	33

<b>Fotografía N° 27.</b> Verificación de acero para el núcleo de caisson.....	33
<b>Fotografía N° 28.</b> Verificación de acero para el núcleo de caisson.....	33
<b>Fotografía N° 29.</b> Aseguramiento de trabajo en espacios confinados de los caissons, por medio de la medición de atmósferas .....	35
<b>Fotografía N° 30.</b> Aseguramiento de trabajo en espacios confinados de los caissons, por medio de la medición de atmósferas .....	35
<b>Fotografía N° 31.</b> Aseguramiento de trabajo en espacios confinados de los caissons, por medio de la medición de atmósferas .....	35
<b>Fotografía N° 32.</b> Aseguramiento de trabajo en espacios confinados de los caissons, por medio de la medición de atmósferas .....	35
<b>Fotografía N° 33.</b> Registro de campo georreferenciada.....	37
<b>Fotografía N° 34.</b> Punto de afectación al cuerpo de agua .....	56
<b>Fotografía N° 35.</b> Cuerpo de agua afectado por sedimentos.....	56
<b>Fotografía N° 36.</b> Medición altura de estacas para barras sedimentadoras .....	57
<b>Fotografía N° 37.</b> Medición distancia entre estacas para barras sedimentadoras	57
<b>Fotografía N° 38.</b> Armado de malla para barras sedimentadoras .....	57
<b>Fotografía N° 39.</b> Instalación de geotextil para barras sedimentadoras .....	57
<b>Fotografía N° 40.</b> Puesta en marcha barras sedimentadoras .....	58
<b>Fotografía N° 41.</b> Puesta en marcha barras sedimentadoras .....	58
<b>Fotografía N° 42.</b> Potencial desvío del cauce .....	59
<b>Fotografía N° 43.</b> Estructuras a desmantelar.....	59
<b>Fotografía N° 44.</b> Estructuras a desmantelar .....	59
<b>Fotografía N° 45.</b> Dentellón socavado .....	59
<b>Fotografía N° 46.</b> Distribución Hexápodos.....	60
<b>Fotografía N° 47.</b> Distribución Hexápodos.....	60
<b>Fotografía N° 48.</b> Verificación dimensiones de las placas .....	61
<b>Fotografía N° 49.</b> Verificación dimensiones de las placas .....	61
<b>Fotografía N° 50.</b> Verificación dimensiones de las placas .....	62
<b>Fotografía N° 51.</b> Verificación dimensiones de las placas .....	62
<b>Fotografía N° 52.</b> Verificación distancia entre placas .....	62
<b>Fotografía N° 53.</b> Panorámica construcción de las placas.....	62
<b>Fotografía N° 42.</b> Reunión Comité de Obra .....	63
<b>Fotografía N° 43.</b> Capacitación Pasto Vetiver.....	65



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla N° 01.</b> Diseño de Mezcla del Concreto de 3000 psi.....	24
<b>Tabla N° 02.</b> Rangos condiciones atmosféricas en espacios confinados .....	35
<b>Tabla N° 03.</b> Cantidades Contractuales GCHBU_PK 16+637 .....	38
<b>Tabla N° 04.</b> Cantidades a ejecutar según programación GCHBU_PK 16+637....	39
<b>Tabla N° 05.</b> Presupuesto a ejecutar por corte GCHBU_PK 16+637 .....	40
<b>Tabla N° 06.</b> % Pesos Presupuesto a ejecutar por corte GCHBU_PK 16+637 ....	41
<b>Tabla N° 07.</b> Cantidades ejecutadas GCHBU_PK 16+637.....	42
<b>Tabla N° 08.</b> Presupuesto ejecutado por corte GCHBU_PK 16+637 .....	43
<b>Tabla N° 09.</b> % Pesos Presupuesto ejecutado por corte GCHBU_PK 16+637 .....	44
<b>Tabla N° 10.</b> % Programado y % Ejecutado de GCHBU_PK 16+637 .....	45
<b>Tabla N° 11.</b> Presupuesto Programado [PV] y Ejecutado [EV] GCHBU_PK 16+637.....	47
<b>Tabla N° 12.</b> Diseño hoja de cálculo. Control de Reportes Diarios .....	54
<b>Tabla N° 13.</b> Diseño hoja de cálculo. Observaciones correspondientes a cada Punto Kilómetro .....	55

**RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** BRINDAR APOYO A LA INTERVENTORÍA TECNICONTROL PARA LOS CONTRATOS DE LAS OBRAS DE GEOTECNIA DE LOS GASODUCTOS GIBRALTAR – BUCARAMANGA Y BARRANCABERMEJA – PAYOA – BUCARAMANGA

**AUTOR(ES):** Karen Durley Durán Uribe

**PROGRAMA:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR(A):** Carlos Fernando Rivera Peña

**RESUMEN**

La práctica empresarial se desarrolló con el equipo de Interventoría Tecnicontrol S.A.S, durante el mes de septiembre al mes de enero de 2020, correspondiente a un periodo de cuatro (4) meses; la cual se brindó apoyo a la Interventoría con el fin de hacer seguimiento a las obras de geotecnia de los gasoductos de Promioriente y llevar un control de calidad de las mismas, a partir del cumplimiento a lo expuesto en las Especificaciones Técnicas de Promioriente. De esta manera, durante la práctica se desarrollaron las actividades contempladas en el plan de trabajo, para así alcanzar los objetivos planteados; esto consistía en la revisión de los reportes diarios generados por la Interventoría y Contratistas, donde a partir de estos, se evidenciaban las actividades ejecutadas en el frente de obra junto con el equipo y personal mínimo que se requirió para el desarrollo de las mismas. Así mismo, se realizó un análisis de valor ganado, con el fin de establecer los avances y retrasos que presenta el frente de obra GCHBU\_PK 16+637 y así generar la curva S por cortes semanales. En definitiva, este documento evidencia el cumplimiento de lo anterior, junto con las visitas a obra y aportes al conocimiento logrados durante el acompañamiento al proyecto de Promioriente.

**PALABRAS CLAVE:**

Gasoducto, Control de Calidad, Valor Ganado, Caisson.

**V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

**GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** PROVIDE SUPPORT TO TECNICONTROL AUDITING FOR THE CONTRACTS TO THE GEOTECHNICAL WORKS OF THE GAS PIPELINES OF GIBRALTAR - BUCARAMANGA AND BARRANCABERMEJA - PAYOA - BUCARAMANGA

**AUTHOR(S):** Karen Durley Durán Uribe

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** Carlos Fernando Rivera Peña

**ABSTRACT**

The business practice was developed with the team of the auditing Tecnicontrol S.A.S, during the month of September to the month of January 2020, corresponding to a period of four (4) months; which provides support to the auditing in order to follow up the geotechnical works of Promioriente gas pipelines and carry out a quality control of them, from compliance with the provisions in the Technical Specifications of Promioriente. In this way, during the practice the activities contemplated in the work plan were developed, to achieve the objectives set; this consisted in the review of the daily reports generated by the Audit and Contractors, where from these, the activities executed on the work front were evidenced together with the equipment and minimum personnel required for their development. Likewise, an analysis of the corresponding earned value was carried out, in order to establish the progress and delays presented by the GCHBU\_PK 16+637 work front with weekly cuts and thus generate the S curve. In short, this document evidences compliance with the above, together with the site visits and contributions to knowledge achieved during the accompaniment of the Promioriente Project.

**KEYWORDS:**

Pipeline, Quality Control, Earned Value, Caisson.

**V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK**

## INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil tiene como objeto generar proyectos de infraestructura donde a partir del análisis, diseño, construcción, control y operación de una obra, se busca dar solución a los problemas presentes en una sociedad para su beneficio.

Por tanto, un proyecto constructivo se planifica en base a normas de calidad estandarizadas, donde por medio de la Interventoría se rige el cumplimiento de dichas normas a través del control y vigilancia durante la ejecución del proyecto, garantizando que este se desarrolle de acuerdo a lo expuesto en sus especificaciones, planos y documentos.

En la gestión de calidad se evalúan los procesos y tareas que ejecuta el proyecto; de esta manera, se definen mecanismos para el aseguramiento de calidad de los resultados parciales y finales de cada una de las etapas del proyecto. Estas medidas de control son implementadas en el cronograma y la metodología de desarrollo del proyecto.

Por ende, para garantizar la calidad de un proyecto se deben establecer los parámetros básicos que requiere cada una de las actividades de la obra como lo son el personal y equipos por frente de trabajo. De modo que al llevar un registro de información de ejecución de las tareas del proyecto, se logra evaluar el desempeño de las actividades, y así mismo, realizar recomendaciones si es necesario.

Ahora bien, el presente documento expone las actividades ejecutadas durante la práctica empresarial llevada a cabo en la empresa Tecnicontrol S.A.S como apoyo a la Interventoría de las obras de geotecnia para los gasoductos Gibraltar-Bucaramanga y Bucaramanga -Payoa-Barrancabermeja; el cual para su desarrollo se tuvo en cuenta la revisión de especificaciones técnicas de diseño con el propósito de garantizar la calidad del proyecto, y a su vez, que este se desarrolle de manera eficiente según lo programado.

# 1. OBJETIVOS

## 1.1 Objetivo General

Supervisar las actividades correspondientes en la construcción del trazado de los gasoductos Gibraltar-Bucaramanga y Barrancabermeja-Payoa-Bucaramanga mediante el seguimiento técnico con el fin de tener un control integral en el avance del proyecto.

## 1.2 Objetivos Específicos

- Identificar las etapas a seguir en el proceso constructivo de las obras de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo (AVR) y mantenimiento para los gasoductos.
- Revisar los informes técnicos presentados por los Inspectores QC de la Interventoría Tecnicontrol S.A.S y Contratistas para establecer los requerimientos básicos para el cumplimiento de las tareas asignadas.
- Controlar la calidad del proceso de la obra a través del registro de los rendimientos en cada etapa, para establecer los avances y/o retrasos del proyecto.
- Establecer un control del presupuesto a través del seguimiento a la ejecución del presupuesto de obra, para obtener un diagnóstico de cumplimiento de los avances previstos en el proyecto.
- Alimentar la Herramienta PRI de Bureau Veritas, de manera sistemática, para mantener actualizada la presentación de informes entregados a Promioriente.

## 2. GLOSARIO

**Acta de Comité de Obra:** Documento por el cual se le hace seguimiento al proyecto, mediante el registro de acontecimientos ocurridos en la obra durante un periodo de ocho (8) días, establecido por Promioriente. En este, se especifican los temas a tratar junto con el profesional encargado del mismo, donde se busca dar cumplimiento a los compromisos establecidos en el comité.

**Acta de Vecindad:** Documento donde se registra el estado de toda la infraestructura que tendrá impacto durante del desarrollo de la obra; con el fin de instaurar las condiciones en las que este se encuentra antes de que se ejecute la obra y fijar aquellas variaciones que el predio tuvo en el tiempo, producto del proyecto. [1]

**Bitácora:** Medio oficial y legal de comunicación entre las partes que suscriben un contrato de construcción, en el cual se registran las actividades ejecutadas durante una jornada laboral, junto con el personal y equipo requerido para su desarrollo.

**Caisson:** Elementos esbeltos de concreto armado, diseñados para trabajar en terrenos con características competentes o terreno duro; el cual, se puede construir en el pie, parte media o alta de un deslizamiento. Esta cimentación profunda debe garantizar empotramiento por debajo de la superficie de falla.

**Canales Colectores:** Son estructuras hidráulicas que recolectan la escorrentía proveniente de los cortacorrientes y disponen de la misma en un sitio donde no se produzca erosión. Dichos canales comúnmente tienen forma trapezoidal, el cual poseen la capacidad de soportar altas velocidades de la corriente de agua. [2]

**Check List:** Lista de Chequeo que se realiza por parte de la Interventoría de Tecnicontrol, en el cual se establece la fecha de inicio del contrato de un proyecto con el fin de dar comienzo a su ejecución. Este documento se celebra entre el Interventor y el Contratista. [3]

**Cortacorriente:** Canales que van transversalmente al talud separadas a cierta distancia con el objeto de recolectar agua de escorrentía, impidiendo así que su velocidad aumente, ya que se evita la formación de corrientes en la pendiente principal. [2]

**Derecho de Vía (DDV):** Área requerida para la construcción, operación, mantenimiento e inspección de un proyecto lineal.

**Entrega de Canales:** Estructuras hidráulicas que tienen como fin hacer transición del agua recogida por los canales para su entrega al suelo o a corrientes sin que se genere erosión, ya que al absorber el impacto inicial del flujo, se reduce la velocidad de manera que no erosiona las áreas receptoras. [2]

**Estructuras de disipación:** Estructuras hidráulicas que tiene como objeto disminuir la energía cinética que el agua obtiene en una caída, de modo que no se genere a futuro problemas de erosión. [2]

**Gasoducto:** Red de tuberías de acero con capacidad de transportar gas combustible a alta presión. Generalmente estos ductos se encuentran enterrados en zanjas a una profundidad de uno (1) a dos (2) metros dependiendo de la estabilidad del terreno. [4]

**Micropilote:** Cimentación profunda en concreto de sección circular que posee diámetro pequeño (80-300 milímetros), el cual es resistente a los esfuerzos de tracción y compresión, con el fin de transmitir la carga al terreno por rozamiento lateral entre el terreno y el mortero de micropilote. [5]

**Trincho:** Estructura horizontal soportada por medio de estacas, con el fin de imposibilitar la formación de surcos y cárcavas en los taludes que presenta un alto índice de agua de escorrentía, de esta manera, el trincho evita el movimiento de sedimentos de la superficie del talud. [2]

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Tecnicontrol S.A.S fue creada por un grupo de Ingenieros Colombianos en el año 1973 con el fin de brindar servicios de Ingeniería a la Industria Metalmeccánica. Por medio de su constante innovación, al hacer uso de la tecnología y caracterizarse por su calidad de talento humano, ha logrado ampliar su prestación de servicios brindando soluciones integrales de Ingeniería y consultoría en sectores tales como: hidrocarburos, minas, energía y demás, posicionándose como una empresa líder a nivel nacional y latinoamericano. Tecnicontrol S.A.S pasó a ser una empresa de Bureau Veritas en el año 2012.

Entre los servicios que presta Tecnicontrol con el objeto de proveer soluciones integrales de Ingeniería y Consultoría se encuentran: gerencia de proyectos, Interventoría y Supervisión QA/QC (aseguramiento y control de calidad, Inspección de ductos y plantas en proceso, servicios de Consultoría en Geotecnia, entre otros; contando de esta manera con más de 35 años de experiencia en la Supervisión de obras, con el fin de ofrecer a sus clientes una correcta verificación del cumplimiento de las condiciones contractuales, técnicas, administrativas y de HSE de los proyectos. [6].

A continuación, la figura N°1 muestra el logo corporativo de la empresa.





Dentro de los proyectos que esta empresa ha sido participe, se encuentra el Oleoducto Norperuano prestando servicios de Inspección de soldaduras con Radiografía; mantenimiento mecánico, civil y eléctrico y de instrumentación de la línea y de las estaciones de bombeo y variantes del Oleoducto Caño Limón-Coveñas, en el tramo Caño Limón - Río Zulia; Interventoría técnica y aseguramiento de calidad durante la construcción de dos ductos para transportar los hidrocarburos desde Camisea hasta la Costa Central cerca de Lima; Gasoducto de 51 kilómetros de longitud y 6 pulgadas de diámetro entre San Pedro y Sincelejo, y un gasoducto loop de 4.5 kilómetros de longitud y de 8 pulgadas de diámetro en Corozal – Sincelejo con Promigas. [7]

### **3.1 Misión**

Llegar a ser líder en nuestro sector y un actor destacado en cada uno de nuestros segmentos de mercado y ámbitos geográficos clave. [6]

### **3.2 Visión**

Generar Valor económico para los clientes a través de la gestión QHSE de sus activos, proyectos, productos y sistemas, aportando así reconocimiento, reducción de riesgos y mejora del rendimiento. [6]

## **4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PRÁCTICA**

### **4.1 Duración de la Práctica**

El periodo comprendido para el desarrollo de la Práctica Empresarial fue de cuatro (4) meses, dando inicio el 17 de Septiembre de 2019 y finalizando el 17 de Enero de 2020.

### **4.2 Plan de Trabajo**

Algunas de las actividades a desarrollar durante la Práctica Empresarial en el marco de Interventoría para los Contratos de Obras Geotécnicas a los Gasoductos de Promioriente, son los siguientes:

- Revisión y verificación de la información Técnica de las Obras.
- Revisión de informes diarios realizados por los Inspectores de la Interventoría y Contratistas.
- Alimentación de la Herramienta PRI para los informes entregados a Promioriente.
- Preparación de logística para los Comités de Obra con Contratistas y Promioriente.
- Acompañamiento a la Inspecciones de algunas Obras Geotécnicas.

Por otra parte, Tecnicontrol asistió a una capacitación de la Herramienta PRIMANAGER los días 13 y 14 de Diciembre de 2019, esto con el objeto de empezar a implementar dicha herramienta iniciando el año 2020.

Las actividades previamente mencionadas se llevarán a cabo de manera continua y simultánea, durante el periodo a desarrollar la Práctica Empresarial.

## 5. MARCO TEÓRICO

El Gasoducto se conforma de aquellas instalaciones físicas como lo son: tuberías, válvulas, accesorios, bridas, reguladores, recipiente a presión, amortiguadores de pulsación, válvulas de desfogue, unidades de compresión, estaciones de medición y estaciones de regulación [8]. Por lo tanto, la tubería enterrada está diseñada para soportar el transporte de gas combustible a alta presión, tolerar esfuerzos por variación de la temperatura y resistir posible desgaste, deterioro y corrosión del ducto; adicionalmente, la red debe contar con la capacidad de soportar cargas y aquellas presiones que ejerce el suelo sobre la misma, considerando a su vez, desplazamientos que se pueden generar en el terreno.

Los desplazamientos del terreno se originan a partir de movimientos permanentes, no reversibles, llegando así a comprometer la integridad del gasoducto, ya que se pueden presentar grandes desplazamientos a partir de procesos de licuación, deslizamientos del terreno o movimientos de fallas de la corteza terrestre; también, dichos desplazamientos se presentan por movimientos transitorios, que pueden llegar a ser reversibles por la ocurrencia de sismos. [9]

### 5.1 Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo (AVR)

Promisorio con el fin de tener un control a las anomalías que se pueden presentar en el Derecho de Vía (DDV) del sistema de transporte de gas, llevan a cabo estudios de AVR (Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo); de esta manera, tal como lo expone la Ley 1523 de 2012, se busca brindar seguridad, bienestar, calidad de vida y contribuir con un desarrollo sostenible.

Esto comprende el tener conocimiento del riesgo para llevar un control de desastres a partir del análisis de una serie de acciones como lo son: procesos morfodinámicos y factores antrópicos, que pueden llegar a afectar la estabilidad de los taludes.

### **5.1.1 Análisis de Amenaza**

En este estudio se define un modelo geológico - geotécnico, donde a partir del planteamiento de un escenario y zonificación de la amenaza que se obtiene en base a la intención de la zonificación (informativo, planificación, pre-diseño o diseño), nivel de zonificación (básico, intermedio o avanzado) y la escala de la zonificación; se elabora un mapa de amenaza. Esto comprende factores de inestabilidad que presenta el terreno por características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas de las laderas, siendo propiedades principales al área de estudio. [10]

La estabilidad de una ladera puede alterarse a partir de factores tales como: composición litológica, pendientes del terreno, factores antrópicos, precipitaciones y sismos; los cuales, son detonantes que se deben evaluar para así definir los escenarios de amenaza que se presentan en la actualidad, que permita caracterizar la amenaza en función de la ubicación, clasificación, material, tamaño, distancia de viaje, velocidad y frecuencia de ocurrencia; dicho análisis se integra en el estudio de vulnerabilidad. [11]

### **5.1.2 Análisis de Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad se define como el grado de pérdida de un elemento que se encuentra en riesgo, en un área donde pueden presentarse eventos que llegan a ocasionar daños en un determinado tiempo lo que se entiende como amenaza. [9]. Por esto, es fundamental identificar los escenarios y zonificación de vulnerabilidad, obtenidos a partir de los escenarios de amenaza, para así identificar los tipos de daños a esperar. En esta etapa se estudian elementos como bienes físicos y personas, y que tanto afecta a estos elementos el tipo de amenaza determinada; a partir de la identificación de los escenarios, se obtiene la zonificación de la vulnerabilidad donde mediante mapas se muestran zonas de vulnerabilidad alta, media y baja.

### 5.1.2.1 Vulnerabilidad de las tuberías

En una red de tuberías de acero empleadas para el transporte de hidrocarburos, se deben realizar estudios de los tipos de vulnerabilidad a la cual la tubería se encuentra expuesta; a continuación se hará una pequeña descripción de cada una de ellas.

- **Vulnerabilidad mecánica:** La calidad de la tubería es fundamental para evitar que se presenten roturas en la red, es por esto que para evitar que lo anterior se presente, se debe llevar un control en la fabricación de la tubería de acero mediante un registro de control de calidad; a su vez, las juntas de soldadura deben ser controladas para así garantizar la calidad de las pegas.
- **Vulnerabilidad química:** El deterioro del material por la acción de la corrosión puede llegar a afectar la resistencia del gasoducto, es por esto que se debe aplicar un recubrimiento anticorrosivo a la tubería, y a ductos que van enterrados, preservarlos con técnicas de protección catódica.
- **Vulnerabilidad por amenazas naturales:** Eventos de sismicidad, lluvias intensas, y zonas de alto relieve, pueden provocar la erosión, movimientos de tierra y la socavación proveniente de corrientes de agua; es por esto que la Geotecnia estudia y lleva a cabo obras de mantenimiento en los sistemas de transporte de hidrocarburos.

Los deslizamientos son un principio de deformación permanente del terreno causado principalmente a partir de sismos y/o fuertes precipitaciones, que puede ocasionar una afectación en las estructuras de redes del gasoducto, generando así cierto grado de pérdida de la tubería ante un deslizamiento de magnitud dada, dependiendo de los esfuerzos causados por este. [9]

### **5.1.2.2 Vulnerabilidad de las Personas**

Las emergencias ocasionadas por escapes o fugas de gas, pueden generar explosiones que llegarían a comprometer la vida de los propietarios de predios por los cuales el gasoducto lleva su trazado; de modo que, una vez se detectan emergencias o puntos críticos de control, Promioriente emprende planes de emergencia con el fin de salvaguardar la integridad de las personas que se encuentran en el sitio.

### **5.1.2.3 Vulnerabilidad de las Estaciones**

Las estaciones cuentan con dos (2) tipos de fragilidad:

- Fugas en el 30% de las estaciones, de acuerdo a los análisis que se realizan a esta. Por este motivo, Promioriente lleva a cabo los siguientes estudios: medición de aislamientos, análisis conexión a tierra, análisis de fugas, medición de espesores de tubería, medición de distribución de elementos como válvulas, trampas de grasa de deshumificadores, entre otros.
- Factores antrópicos y locativos: con el fin de controlar este factor de riesgo, se realiza un enceramiento perimetral en bloque y malla eslabonada; adicionalmente, se debe mantener al día todo el sistema de rotulación de los componentes que se encuentran dentro de la estación.

### **5.1.3 Análisis de Riesgo**

En esta etapa se estudian las causas y fuentes del riesgo, junto con las consecuencias que este conlleva, mediante relación cualitativa, semicuantitativa o cuantitativa de la amenaza y la vulnerabilidad. En los resultados de dicho análisis se obtiene una estimación de los daños, costos y pérdidas que se pueden generar; por ende, se definen criterios de seguridad, aceptabilidad y tolerancia del riesgo donde por medio de mapas se realiza la zonificación del riesgo con su respectiva

categorización (riesgo bajo, medio, alto y alto no mitigable) y así determinar las intervenciones que se deben aplicar para reducir el riesgo. Las medidas a tomar para la mitigación del riesgo ante posibles procesos de remoción en masa, se determinan a partir de los requerimientos más convenientes a ejecutar, mediante un análisis costo-beneficio. [11]

Dicho lo anterior, Promioriente lleva a cabo obras de AVR y mantenimiento con el objeto de velar por la integridad del gasoducto, y de esta manera, garantizar un servicio continuo y seguro del mismo. Dichos controles corresponden primeramente en identificar aquellas zonas que presentan detonantes tales como: erosión laminar, erosión en cárcavas, erosión en surcos, socavación lateral, eventos tectónicos y precipitaciones. Luego a ello, se plantean obras para la estabilización del terreno según el tipo de amenaza que este presenta. Entre estas obras se encuentran:

- Canales colectores
- Cortacorrientes
- Estructuras de disipación
- Micropilotes
- Trinchos
- Caissons

Así mismo, se debe llevar un control de calidad de la tubería del Gasoducto como lo son aplicación de pinturas anticorrosivas y medición de espesores de la misma, entre ellas se encuentra:

**SigmaCover 280:** Es un sistema anticorrosivo epóxico puro que posee dos (2) componentes para uso general. Este se caracteriza por tener una buena adherencia al acero, acero galvanizado y metales no ferrosos; además, se destaca por la nivelación y humectación que brinda a la tubería, es resistente al agua y a la corrosión, entre otras propiedades. [12]

**Sigma Line 25000:** Revestimientos que posee sistema monocapa aplicable 24 directamente al metal para zonas internas y externas de la tubería. Este brinda resistencia a la protección catódica, resistencia a crudos, el cual da una apariencia lisa y brillante al ducto, y a su vez, aminora el riesgo de incendio y explosión. [12]

**Mils:** Unidad de medida empleada para lectura de espesores, en este caso puntualmente a la aplicación de pinturas sobre la tubería, el cual es respectivamente la milésima parte de una pulgada, 0.0254 milímetros. [12]



## **6. GENERALIDADES GASODUCTOS PROMIORIENTE**

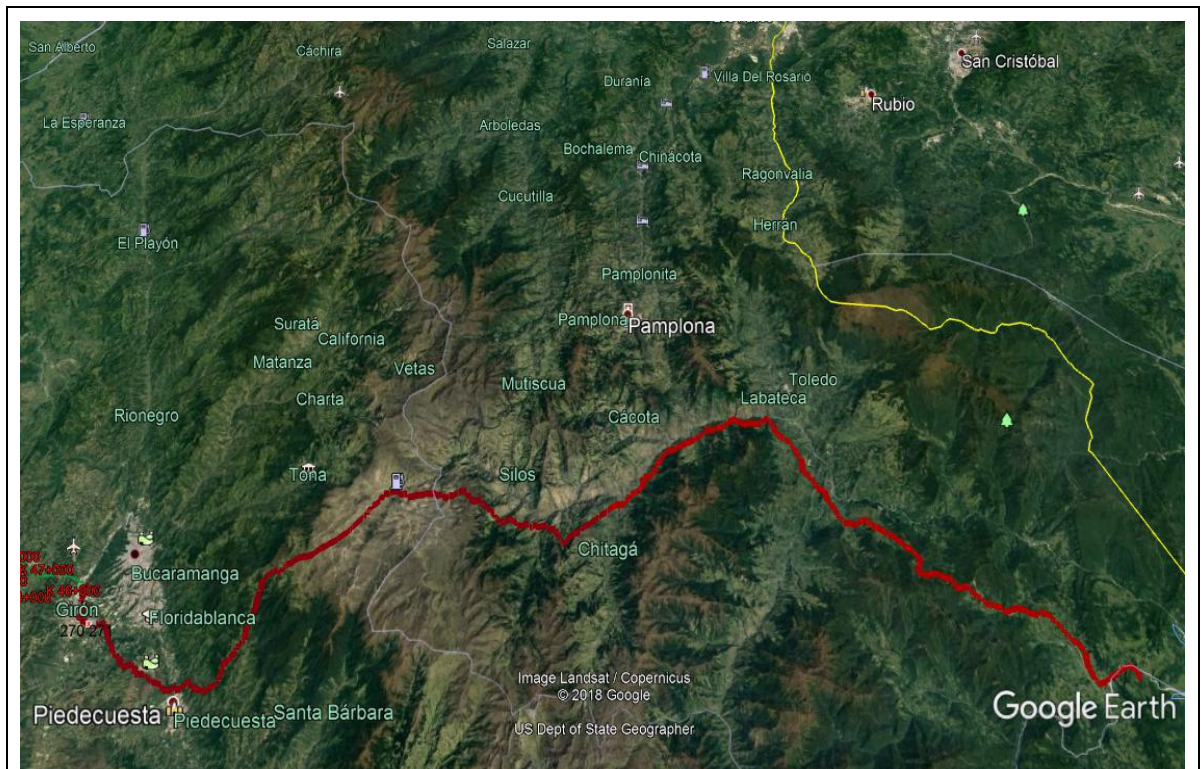
En el Departamento de Santander la empresa Promioriente se encarga del transporte de gas natural proveniente del Campo Gibraltar ubicado en el Departamento del Norte de Santander en el Municipio de Toledo, para el consumo del área metropolitana y los municipios aledaños dentro del área de influencia al proyecto; y el gas remanente, transportarlo hasta Barrancabermeja para ser inyectado al Sistema Nacional de Transporte. Por consiguiente, Tecnicontrol suministra el servicio Técnico - Administrativa de Interventoría QA/QC (de aseguramiento y de control de calidad) a las Obras Civiles y de protección Geotécnica para el trazado de los Gasoductos de Promioriente.

El proyecto está comprendido por el gasoducto Gibraltar-Bucaramanga, abarcando la Estación de Producción de Gas de Gibraltar, ubicada entre el Municipio de Toledo en el Departamento del Norte de Santander y la estación El Palenque, donde el trazado del ducto cuenta con una longitud de 177 kilómetros y un diámetro de 12 pulgadas; así mismo, se encuentra el gasoducto Bucaramanga-Payoa-Barrancabermeja abarcando el Centro Operacional de Gas de Barrancabermeja y la estación El Palenque, que se encuentra en la zona industrial de Chimita en Bucaramanga, donde el trazado del ducto cuenta con una longitud de 157 kilómetros y un diámetro de 6 y 8 pulgadas. [13]

Por consiguiente, se están ejecutando actividades dentro de los Derechos de Vía y zonas aledañas a los gasoductos mencionados a continuación, con el objeto de dar estabilidad y minimizar riesgos a los que se encuentra expuesto el Gasoducto; puesto que es de gran importancia conocer las zonas que abarca el proyecto, para así reconocer aquellas áreas que son de influencia directa del mismo, e identificar los tramos en los que se está trabajando diariamente.

## 6.1 Trazado Gasoductos Promioriente

A continuación se muestra el trazado de los gasoductos y los municipios que están inmersos en el proyecto, donde podemos identificar por color el tramo de gasoducto; la línea roja es el gasoducto de 12 pulgadas (*Ver figura N° 02*), la línea verde el gasoducto de 8 pulgadas y la línea anaranjada el gasoducto de 6 pulgadas. (*Ver figura N° 03*). A su vez, se puede observar los retos geográficos que presenta este gran proyecto.

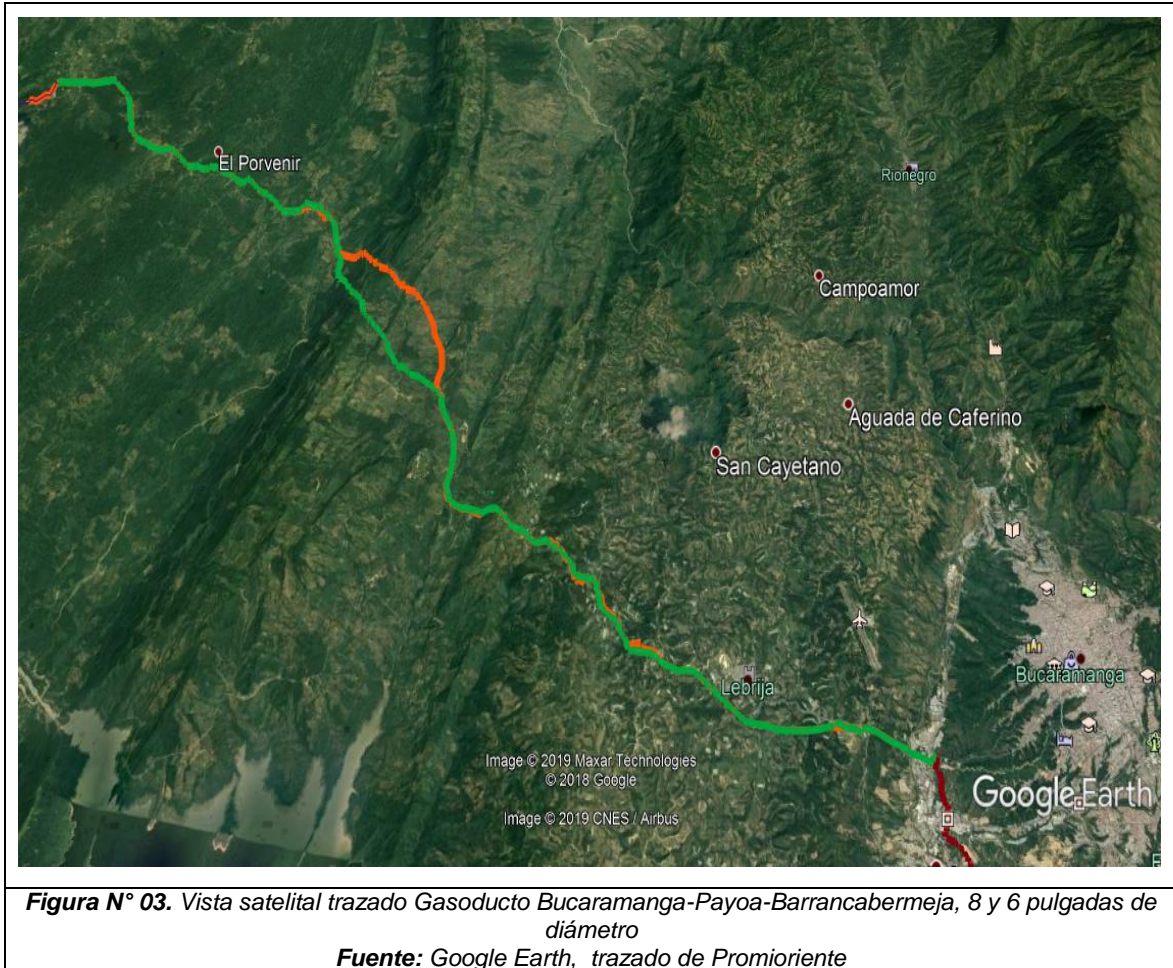


**Figura N° 02.** Vista satelital trazado Gasoducto Gibraltar-Bucaramanga, 12 pulgadas de diámetro

**Fuente:** Google Earth, trazado de Promioriente

Esta Línea atraviesa los Municipios de: Toledo, Labateca, Silos, Tona y Chitagá del Departamento Norte de Santander, y los Municipios de Piedecuesta, Floridablanca, Bucaramanga y Girón del Departamento de Santander. Las obras están concentradas en los siguientes sectores: Cubugón, Cortinas, La Meza, Miralindo, Alto del Oro, Jove, Chona, San Francisco, San Josecito, Caracolito,

Tane, Tapurcuá, Carrillo, Tarabata, Santa Rita, Samoré (Quebrada La Chinita), El Cojito, Santa María, y Las Rosas.



Esta Línea atraviesa los Municipios de: Girón, Lebrija, Sabana de Torres y Barrancabermeja del Departamento de Santander. Las obras están concentradas en los siguientes sectores: Los Almendros, Caño Mono, Puerto Cayumba, Cristales Miraflores, El Guamito, Palo Coposo, Canoas y Líbano.

Para la ejecución del proyecto se debe velar por que se cumplan los siguientes parámetros:

- Revisión de los planos y de las cantidades de obra realizados por la empresa Ingeotecnia.
- Realizar la marcación de obra contemplada en los diseños y de acuerdo a las cantidades de obra.
- Llevar un control de la documentación como lo es la elaboración de los reportes de obra con su respectivo registro fotográfico, con el fin de evidenciar el trabajo realizado por parte de los contratistas a Promioriente.
- Participación de los contratistas en los comités de obra.
- Visitas a campo con la Interventoría y el profesional de planeación y mantenimiento de Promioriente con el objeto de hacer verificación de las obras que se adelantarán durante el año 2019 y 2020.

El equipo de Interventoría Tecnicontrol revisa las obras que se ejecutan sobre el derecho de vía (DDV); por ello, dicho equipo se encuentra conformado por un personal capacitado con alta experiencia en el sector de transporte de hidrocarburos y de obras geotécnicas; de esta manera, se cuenta con el apoyo de:

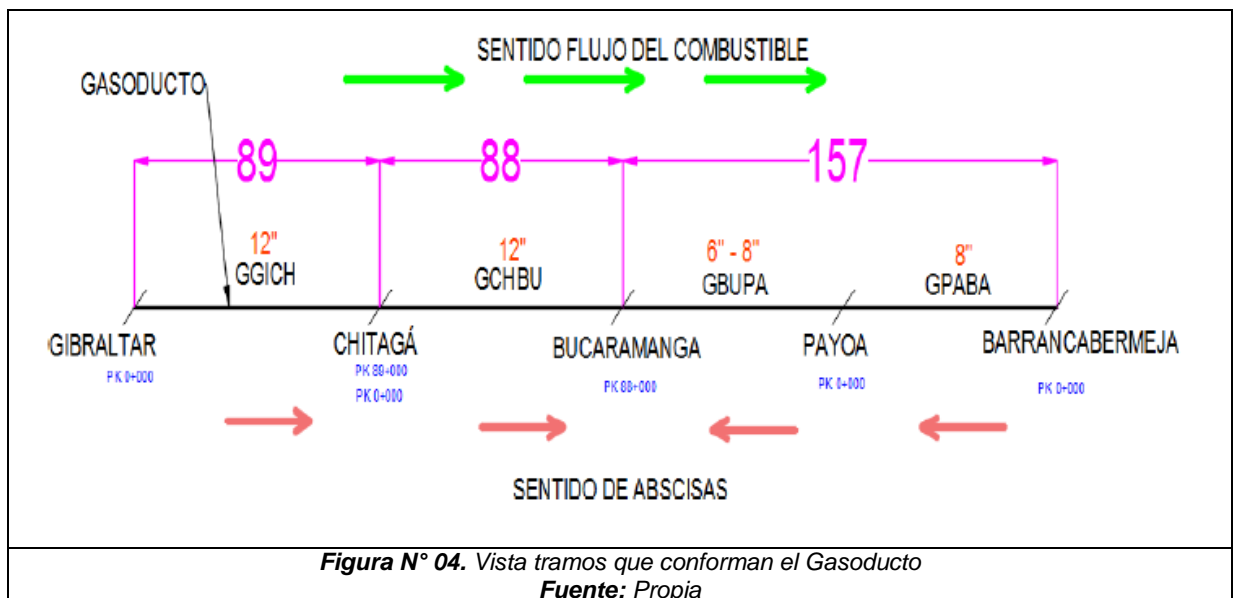
- Un (1) Coordinador QA/QC
- Cuatro (4) Inspectores civiles QC
- Un (1) Inspector mecánico QC
- Un (1) Ingeniero de Control y Avance de Obra en Geotecnia
- Un (1) Profesional HSEQ
- Un (1) Profesional en Entrenamiento
- Una (1) Gestora Social

## 6.2 Tramos que conforman el Gasoducto

El gasoducto está comprendido por abscisas Punto Kilometro (PK), el cual, para mayor facilidad de ubicación de la obra, se emplea la nemotecnia sobre dicho punto de la siguiente manera:

- G: Gasoducto
- GI: Gibraltar
- CH: Chitagá
- BU: Bucaramanga
- PA: Payoa
- BA: Barrancabermeja

De acuerdo a lo anterior, el siguiente esquema muestra los tramos que conforman el gasoducto, haciendo uso de la nemotecnia con su respectiva longitud en kilómetros. (Ver figura N° 04). Cabe resaltar que para identificar la línea del gasoducto en los diseños, este debe ser de color rojo con un trazo punteado si el gasoducto va enterrado, y una línea continua si el ducto va expuesto, indicando a su vez con una flecha el sentido del flujo que lleva el combustible.



## **7. ACTIVIDADES DESARROLLADAS**

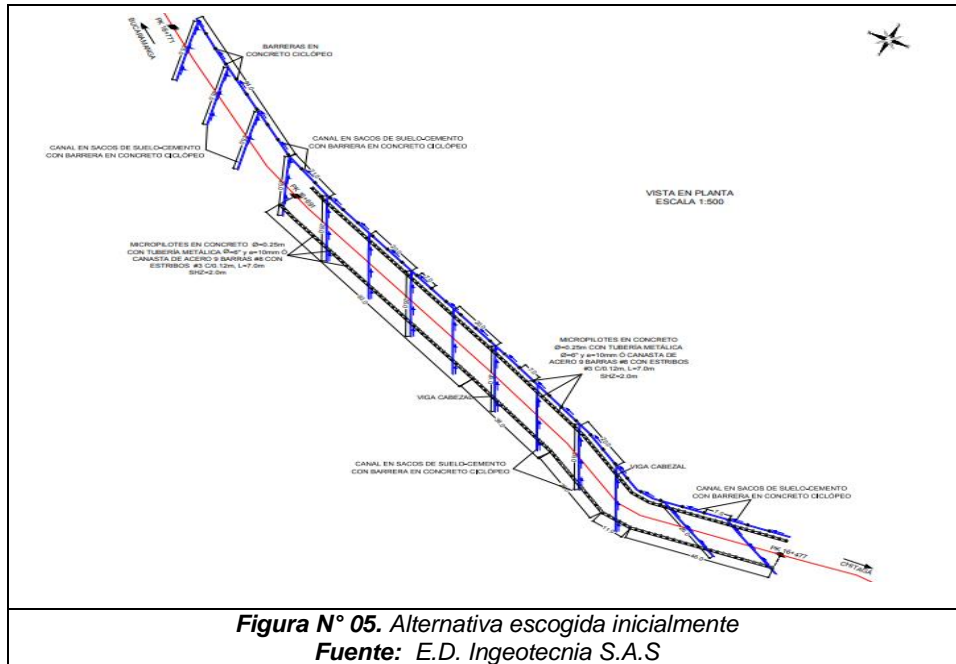
### **7.1 Proceso constructivo de los Caissons obra de Mantenimiento GCHBU\_PK 16+637**

#### **7.1.1 Introducción obra de mantenimiento GCHBU\_PK 16+637**

El punto GCHBU\_PK 16+637 tubería de 12 pulgadas se encuentra ubicado en el Departamento del Norte de Santander, en el Municipio de Silos, Vereda Tarabotá, sobre la cordillera oriental y dentro del sistema de falla Bucaramanga-Santa Marta; de modo que la zona se caracteriza por ser un terreno que presenta asentamientos, filtraciones, erosión y demás factores naturales que pueden llegar a afectar la integridad del gasoducto. En este frente de obra la Interventoría está a cargo del Inspector Civil QC Adrián David Rodríguez Suárez de Tecnicontrol.

Las condiciones topográficas, geomorfológicas, geológicas y geotécnicas de esta zona, hacen que sea altamente susceptible a deslizamientos. En el año 2015 Promioriente llevó a cabo estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo- AVR sobre sus gasoductos, donde a finales del año 2017 se hizo entrega de los resultados. En dicho estudio se obtuvo que este sector presenta condiciones no estables (altamente susceptible a fenómenos de remoción en masa), por lo cual se requería construir obras de Ingeniería para su estabilización, dando inicio en el segundo semestre de 2018.

La alternativa elegida inicialmente del estudio AVR comprendía la construcción de dos (2) filas de micropilotes pre-excavados de 7 metros de profundidad, separados cada 2 metros, estos irían ubicados a cada costado del gasoducto; además, unos canales para el manejo de aguas superficiales. (*Ver figura N° 05*).



En el año 2018 se presentó una fuerte temporada de invierno, de manera que se generó infiltración del agua de escorrentía en el terreno, aumentando la presión de poros y el peso de la masa de suelo; estos factores y la fuerte pendiente de la ladera propiciaron las condiciones para que el talud fallara y se deslizara traslacionalmente. (Ver figura N° 06 y 07).



**Figura N° 06. Zona de deslizamiento actual (Rojo) y zona muy alta de susceptibilidad geotécnica (Amarillo).**  
**Fuente: E.D. Ingeotecnia S.A.S.**



**Figura N° 07. DDV y problemas de estabilidad en otros sectores.**  
**Fuente: E.D. Ingeotecnia S.A.S.**

A su vez, en la parte baja de la ladera hay una quebrada que ha generado socavaciones y desconfinamiento, puesto que Promioriente tuvo que realizar estudios de Geotecnia como lo son dos (2) líneas de refracción sísmica y una (1) tomografía. En dichos estudios se encontraron las siguientes zonas:

- Zona 1: Con suelos sueltos y suelos altamente erosionables.
- Zona 2: Suelos residuales de la formación floresta.
- Zona 3: suelos residuales de la formación floresta, con una rigidez alta.

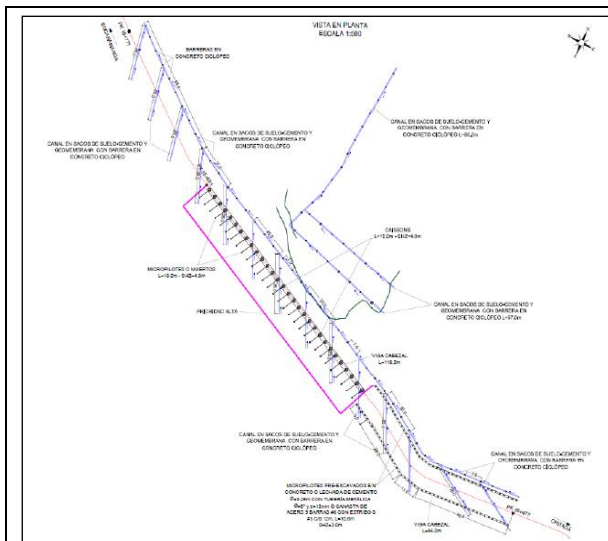
Por consiguiente, se hizo rediseño de las obras planteadas inicialmente en el estudio de AVR para dar estabilización al deslizamiento, teniendo en cuenta las nuevas condiciones presentes en el terreno. La empresa E.D Ingeotecnia realizó los diseños de la tres (3) alternativas que surgieron a partir del estudio, dichas alternativas fueron las siguientes:

- **Alternativa 1:** Dos (2) filas de micropilotes ubicados en la margen izquierda y derecha del gasoducto a una profundidad de 10 metros, adicionalmente tres (3) filas de micropilotes en el bloque de suelo fallado, para alargar el tiempo de desplazamiento y evitar que sea desconfinada la zona del derecho de vía.
- **Alternativa 2:** Construcción fila de caissons margen derecha de 1.2 metros de diámetro a una profundidad 10 metros con una separación de 4 metros, adicionalmente una fila de micropilotes pre-excavados en la margen izquierda del gasoducto y obras para el manejo de aguas superficiales.
- **Alternativa 3:** Variante corta la cual consistía en desplazar el Derecho de Vía a 60 metros a largo plazo, quedando así fuera de la superficie de falla. [14]

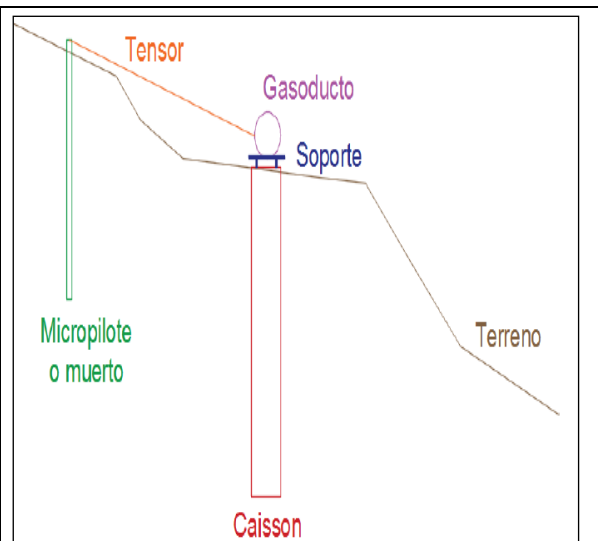
Las obras de Ingeniería a ejecutar corresponden a la alternativa dos (2) (*ver figura N° 08 y 09*), ya que los caissons crean una barrera para contener el deslizamiento puesto que están diseñados a trabajar a flexión y cortante (esfuerzos que genera



el terreno) empotrados a 1/3 de su altura, y a su vez, brindan un soporte al ducto al llevar un marco H; los micropilotes tienen un sistema de tensor con guaya con el fin de que si fallan los caisson, el gasoducto quede suspendido y no se produzca el rompimiento de este; también, actividades de relleno de las grietas por medio de inyecciones de lechada o mezcla de suelo cemento e instalación de geomembrana en la superficie para evitar la filtración del agua; canales en sacos de suelo cemento para dar un buen manejo a las aguas de escorrentía.



**Figura N° 08.** Alternativa 2: Barrera en caisson  
Fuente. E.D. Ingeotecnia S.A.S



**Figura N° 09.** Alternativa 2 Caisson y tensores  
Fuente E.D. Ingeotecnia S.A.S

### 7.1.2 Caisson

Los caissons son estructuras esbeltas en concreto reforzado, que se encuentran diseñadas para que trabaje la punta inferior empotrada dentro de un material duro o competente, y así brindar estabilización al terreno. Esta estructura debe atravesar la superficie de falla del talud para resistir esfuerzos a flexión y cortante, provenientes por el empuje del suelo, donde al quedar empotrado en un material competente se garantiza que no haya ningún tipo de desplazamiento, y se genere una resistencia lateral de capacidad de soporte. [15]

Las actividades de ejecución de Caisson se describen a continuación conforme a lo expuesto en los diseños del proyecto y en base a las instrucciones dadas por el Interventor.

### **7.1.3 Recursos**

#### **Personal**

- Ingeniero Civil-Residente de Obra
- Tecnólogo SST-Supervisor HSE
- Oficial- Supervisor de Obra
- Obreros- Ayudantes de construcción

#### **Actividades / Equipo**

- Transporte de Material-Camiones
- Mezcla de Concreto-Tambor
- Vibrado de Concreto-Vibrador
- Obras complementarias- Picas, palas, palustres, baldes, aguja capotera
- Perforación de Roca- Compresor y Martillo Hidráulico
- Equipo de Primeros Auxilios- Botiquín, Extintor y camilla de emergencias
- Control de Atmosferas-Detector y medidor de gases (H2S, CO, O2)
- Equipos de Trabajo Seguro en Alturas- Arnés de seguridad, línea de vida, molino para sistema de accenso y descenso de personal

### **7.1.4 Materiales**

- El acero de refuerzo con un límite de fluencia  $f_y=60.000$  psi.
- Material pétreo será de acuerdo al diseño
- El concreto empleado es de resistencia 3000 psi, en la Tabla N° 01 se presenta el diseño de mezcla.

**Tabla N° 01.** Diseño de Mezcla del Concreto de 3000 psi

<b>DISEÑO POR METRO CÚBICO DE CONCRETO</b>			
<b>COMPONENTE</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>VOLUMEN (L)</b>	<b>PROPORCIÓN</b>
<b>Agua</b>	200	200	
<b>Cemento</b>	345	113,0	1
<b>Agregado fino</b>	807	307	2
<b>Agregado grueso</b>	1011	380	3

**Fuente.** Tecnicontrol

### 7.1.5 Localización

Las actividades de localización y replanteo de las obras a construir en el sector enterradero PK 16+637, se hace en base a los diseños aprobados (Alternativa 2). Esto se realiza en conjunto con el Contratista e Interventoría, donde posteriormente se prepara la zona y se acondiciona el terreno.

### 7.1.6 Excavación

Esta actividad se lleva a cabo con herramienta manual (pica, pala, cincel, porra y barra), el cual se realiza en alturas modulares de 1 metro para cada anillo de protección, hasta llegar a la profundidad de diseño; el material proveniente de la excavación se extrae por medio de un molinete (ver fotografías N° 01, 02, 03 y 04), y este se dispone en la parte baja de la ladera a 8 metros del costado derecho del gasoducto, en trinchos provisionales que se construyeron para su almacenamiento.



**Fotografía N° 01.** Material proveniente de excavación para anillos de protección  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 02.** Material proveniente de excavación para anillos de protección  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 03.** Molinete para extracción de material de excavación  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 04.** Verificación de material para anillo de protección caisson  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S

En efecto, se lleva un control por medio del registro metro a metro el material proveniente de la excavación, donde por medio de este se garantiza que la estructura quede empotrada en material que esté por debajo de la superficie de falla. Cabe mencionar que se tuvo que reevaluar la profundidad de diseño en algunos caissons, ya que al llegar a la profundidad de diseño se obtuvo una intercalación de suelos sueltos y erosionables, por lo cual no se garantizaba el empotramiento del caisson por debajo de la superficie posible de falla.

### 7.1.7 Anillos de Protección

Luego de realizar la excavación de 1 metro, se procede al armado de anillo de protección. Para ello, se arman canastas de acero de refuerzo con doce (12) varillas verticales de  $\text{Ø } 3/8''$  y longitud de 1.6 metros, separadas cada 0.35 metros (1 metro para que quede en el anillo y 0,60 metros para ser traslapado con el siguiente anillo); transversalmente son cuatro (4) varillas de  $\text{Ø } 3/8''$  circulares de 4.25 metros de longitud con una separación de 0.25 metros.

Posteriormente, se hace instalación de la formaleta metálica de altura 1 metro, este se aploma para cerciorarse de la verticalidad de la excavación y así fundir con concreto de 3000 psi (ver fotografías N° 05 y 06). Este procedimiento se realiza para cada anillo de protección (metro a metro), hasta llegar a la profundidad de diseño. Así mismo, en el formato que se lleva el control del material de excavación, se hace registro de las fechas de fundida y si se realizó toma de muestras de concreto.



**Fotografía N° 05.** Amarre de acero y armado de formaleta para fundir anillo de protección en el caisson  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 06.** Amarre de acero y armado de formaleta para fundir anillo de protección en el caisson  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S

### 7.1.8 Solado de Limpieza

Al llegar a la profundidad de diseño del caisson, se hace aplicación de un solado de limpieza de 0.05 metros de espesor y se colocan unos panelas con el fin de que el acero del núcleo no esté en contacto con el piso, y a su vez, garantizar el recubrimiento de concreto de 0.06 metros.

### 7.1.9 Armadura de Acero del Núcleo

Al llegar a la profundidad de diseño se realiza el amarre del núcleo de caisson, y se verifica que los traslapos no queden en un mismo punto. La parrilla de acero del núcleo del caisson está conformado por treinta y seis (36) varillas verticales de

Ø 1" de longitudes variables y flejes de Ø 3/8" de longitud 4.2 metros separadas a 0.4 metros (ver fotografías N° 07, 08, 09 y 10). Las longitudes inicialmente de los caisson eran de 10 metros, pero al no llegar a terreno competente, se han realizado caisson con longitudes de 12, 14, 15, 16 y 17 metros. Los traslajos deben quedar de forma alternada y se debe cumplirla longitud mínima de traslajo de 1.4 metros.



**Fotografía N° 07.** Verificación amarre de acero para el núcleo del caisson  
Fuente. Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 08.** Verificación amarre de acero para el núcleo del caisson  
Fuente. Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 09.** Verificación amarre de acero para el núcleo del caisson  
Fuente. Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 10.** Verificación amarre de acero para el núcleo del caisson  
Fuente. Tecnicontrol S.A.S

### 7.1.10 Fundida Núcleo de Caisson

El núcleo de caisson se funde con concreto ciclópeo; esta actividad se ejecuta metro a metro, de manera que primero se aplica el concreto un 60% y luego se aplica un 40% de piedra, esto se realiza de forma continua hasta llegar a la cota superior (ver fotografías N° 11,12,13, 14, 15 y 16). Para ingresar el concreto se emplea una tubería de 6" que llega a una altura de 0.5 metros por encima del nivel de fundida y de esta manera se evita crear segregación en el concreto.

Al faltar 2 metros para llegar a la cota de fundida, se procede a instalar un tubo metálico de Ø 6" de longitud 3 metros (2 metros embebido y 1 metro libre), ya que sobre dicho tubo se construirá un marco H, estructura que dará soporte al gasoducto.



**Fotografía N° 11.** Fundida del núcleo de caisson en concreto ciclópeo de 3000 psi  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 12.** Fundida del núcleo de caisson en concreto ciclópeo de 3000 psi  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 13.** Fundida del núcleo de caisson en concreto ciclópeo de 3000 psi  
**Fuente.** Technicontrol S.A.S



**Fotografía N° 14.** Fundida del núcleo de caisson en concreto ciclópeo de 3000 psi  
**Fuente.** Technicontrol S.A.S



**Fotografía N° 15.** Fundida del núcleo de caisson en concreto ciclópeo de 3000 psi  
**Fuente.** Technicontrol S.A.S



**Fotografía N° 16.** Fundida del núcleo de caisson en concreto ciclópeo de 3000 psi  
**Fuente.** Technicontrol S.A.S

### 7.1.11 Control de calidad y seguridad

El llevar un control de calidad a cada una de las actividades de construcción de caissons, garantiza que se obtenga un producto con estándares que se rigen bajo las Especificaciones Técnicas de Promioriente. Esta inspección se hace por medio de formatos que corresponden a las diferentes tareas como lo son: concretos, acero para anillos, niveles de los caisson, prueba de integridad de los pilotes-PIT, seguridad y salud en el trabajo.



**Formato control de calidad fundida de Caisson:** En este formato se registran los materiales empleados para la construcción, de manera que estos deben poseer el certificado de calidad. De igual modo, la dosificación será conforme a lo dictado por el diseño de mezcla, con los respectivos ensayos de asentamiento; el acero de refuerzo deberá estar limpio y cumplir con las longitudes de traslapo y armado conforme al despiece aprobado.

**Formato seguimiento anillos de Caisson:** Metro a metro se realiza verificación del material proveniente de la excavación, si se ha encontrado nivel freático; así mismo se registra la fecha de fundida anillos de caisson y las tomas de muestras de cilindros de concreto. Por medio de este formato se da a conocer si el caisson quedó empotrado en un material competente, por debajo de una posible superficie de falla.

**Formato registro fotográfico:** Esta se ha implementado por la Interventoría, en el cual se registran fotografías de instalación del acero de refuerzo conforme al despiece aprobado y fundida del núcleo del caisson; además, este lleva información como lo es el número del caisson, longitud efectiva, diámetro, profundidad de excavación, resistencia del concreto, consumo teórico y real de cemento.

### **Control de calidad del concreto**

El control de calidad que se lleva a cabo al concreto para este ser empleado en la construcción de caisson se hace de la siguiente manera:

- Al inicio del proyecto se solicita el diseño de mezcla, el cual debe tener una resistencia de 3000 psi, esto con el fin de hacer verificación de la dosificación en campo.
- Ensayos de Resistencia a la Compresión del Concreto, para esta actividad se determinó tomar ocho (8) muestras de cilindros por cada fundida de núcleo de caisson. (*Ver fotografías N° 17, 18, 19 y 20*).



**Fotografía N° 17.** Toma de ocho (8) muestras de cilindros para ser fallados a la compresión  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 18.** Toma de ocho (8) muestras de cilindros para ser fallados a la compresión  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 19.** Toma de ocho (8) muestras de cilindros para ser fallados a la compresión  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 20.** Toma de ocho (8) muestras de cilindros para ser fallados a la compresión  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S

- Ensayo de asentamiento – Slump con el fin de hacer comparación con el diseño de mezcla. (Ver fotografías N° 21 y 22).



**Fotografía N° 21.** Toma de muestra asentamiento de concreto  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 22.** Toma de muestra asentamiento de concreto  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S

### Control de calidad del acero de refuerzo

El control de calidad del acero se hace por medio de la verificación de los certificados de calidad, donde el acero debe ser corrugado con un límite de fluencia de 60.000 psi; adicionalmente, las cartillas de despiece del acero debe presentar el diámetro, longitudes y el doblamiento de acuerdo al despiece aprobado en los diseños, junto con las instrucciones y recomendaciones dadas por el Interventor. (Ver fotografías N° 23, 24, 25, 26, 27 y 28).



**Fotografía N° 23.** Verificación de acero para el núcleo de caisson  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 24.** Verificación de acero para el núcleo de caisson  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 25.** Verificación de acero para el núcleo de caisson  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 26.** Verificación de acero para el núcleo de caisson  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 27.** Verificación de acero para el núcleo de caisson  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S



**Fotografía N° 28.** Verificación de acero para el núcleo de caisson  
**Fuente.** Tecnicontrol S.A.S

### Pruebas de Integridad de Pilotes- PIT

Las pruebas de integridad de los pilotes las lleva a cabo la Empresa E.D Ingeotecnia S.A.S con el fin de avalar estándares de calidad, esta es una prueba no destructiva la cual da información de las características y condiciones en las que se encuentra el caisson, por medio de esta se conoce si el pilote se encuentra

continuo, si existe algún ensanchamiento o adelgazamiento de la sección y la longitud total del elemento. Esta prueba se realiza generando un impacto de energía baja por medio de un martillo en la cabeza del pilote; el equipo tiene un acelerómetro que se encarga de registrar el comportamiento de la onda en el tiempo, como se conoce la resistencia del concreto, la velocidad de la onda en la cual se propaga por el concreto, se puede determinar la longitud del elemento.

El 23 de Octubre de 2019, se realizaron once (11) Pruebas de Integridad de los Pilotes donde no se encontraron problemas estructurales de continuidad e integridad de los caisson; esto quiere decir que el proceso constructivo de los pilotes se está ejecutando de manera adecuada. Cabe resaltar que el tubo instalado para marco H debe ser llenado de concreto previamente a los ensayos PIT.

### **Seguridad y salud en el trabajo**

Para las actividades de ejecución de caisson se cuenta con una matriz de riesgo que abarca temas como los peligros, consecuencias y controles requeridos; enfocados al trabajo en alturas a partir de 1.5 metros y trabajos en espacios confinados.

Para el trabajo en alturas se cuenta con un sistema de detención de caída conformado por un malacate, punto de anclaje que es una guaya horizontal, línea de vida vertical, línea de trabajo, arrestador de caídas, mosquetón, eslinga y arnés.

En espacios confinados se hace medición de atmósferas para verificar los niveles de oxígeno (*ver fotografías N° 29, 30, 31 y 32*). La frecuencia de dichas mediciones se toman cada vez que se presentan variaciones de oxígeno en las excavaciones, generalmente estas se realizan cada hora. En la tabla N° 02 se muestran los rangos de las condiciones atmosféricas para ejecutar labores en espacios confinados.

**Tabla Nº 02. Rangos condiciones atmosféricas en espacios confinados**

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS EN ESPACIOS CONFINADOS		
O <sub>2</sub>	19.5% O <sub>2</sub>	23.5% O <sub>2</sub>
CO	0 PPM CO	25 PPM CO
H <sub>2</sub> S	0 PPM H <sub>2</sub> S	10 PPM H <sub>2</sub> S
INFLAMABILIDAD	0% LEL	0% LEL

**Fuente. Tecnicontrol S.A.S**



**Fotografía Nº 29. Aseguramiento de trabajo en espacios confinados de los caissons, por medio de la medición de atmósferas**

**Fuente. Tecnicontrol S.A.S**



**Fotografía Nº 30. Aseguramiento de trabajo en espacios confinados de los caissons, por medio de la medición de atmósferas**

**Fuente. Tecnicontrol S.A.S**



**Fotografía Nº 31. Aseguramiento de trabajo en espacios confinados de los caissons, por medio de la medición de atmósferas**

**Fuente. Tecnicontrol S.A.S**



**Fotografía Nº 32. Aseguramiento de trabajo en espacios confinados de los caissons, por medio de la medición de atmósferas**

**Fuente. Tecnicontrol S.A.S**

Antes de iniciar cualquier actividad se debe diligenciar un formato de análisis de trabajo seguro para trabajos en alturas y espacios confinados, esto con el fin de

dar cumplimiento a las normativas vigentes y controles establecidos para minimizar los riesgos identificados.

## **7.2 Revisión Informes Técnicos presentados por los Inspectores QC de da Interventoría y Contratistas**

Tecnicontrol con el propósito de llevar un control de ejecución de las actividades del proyecto, durante el desarrollo de la práctica empresarial he realizado un seguimiento a cada uno de los PK's que conforman el proyecto Gibraltar-Bucaramanga- Barrancabermeja que se están ejecutando durante el segundo semestre del año 2019 e inicio del año 2020

Lo anterior, se logra por medio de la revisión de los reportes diarios que realizan los contratistas y los Inspectores de Tecnicontrol. En estos informes se evidencian las actividades que se han ejecutado sobre el derecho de vía, garantizando así que los trabajos se desarrollen acorde a las Especificaciones Técnicas con las que se rige cada una de las obras y con las condiciones planteadas por la Interventoría y Promioriente.

Para dar seguimiento a los programas de ejecución de este proyecto tuve en cuenta el número de contrato de obra a los que se encuentra suscrita cada entidad. De acuerdo a esto, Codesa se encuentra suscrita con el Contrato Marco No. 4600002726, Ingeotek B con el Contrato Marco No. 4600002727 y CG&M con el Contrato Marco No. 4600002728 y Tecnicontrol con el Contrato Marco No. 4600002702.

En los reportes diarios se establecen ciertos parámetros con el objeto de hacer verificación del cumplimiento que conlleva cada uno de los contratos; por ello, participé en la elaboración de estos documentos estableciendo directrices a seguir para obtener organización en dichos soportes, de esta manera, corroboraba cada

registro fotográfico con su respectiva fecha y georreferencia (*ver fotografía N° 33*) para obtener la ubicación de la obra y evidenciar el avance de la misma.



Así mismo, verifique que cada frente de obra cumpliera con el personal y equipo mínimo requerido para la ejecución de las actividades. Esto se da por medio de la revisión del reporte diario y la Bitácora, donde debe registrarse lo anterior en los dos documentos (*ver figura N° 10*), así bien, se da garantía a lo expuesto en los informes.

**REPORTE DIARIO**

**8.1 Personal Por Estructura / Frente:**  
 Un (1) Supervisor  
 Un (1) Maestro de obra  
 Un (1) HSE  
 Un (1) operador de retroexcavadora.  
 Dieciséis (16) Ayudantes

**8.2 Equipos Por Estructura /Frente:**  
 Dos (2) mezcladoras de concreto  
 Herramienta menor  
 Una (1) Retroexcavadora  
 Dieciocho (18) Formaletas para caissons

**BITÁCORA**

**Figura N° 10.** Informe diario y Bitácora, verificación de personal y equipo por frente de Obra. GCHBU\_PK 16+637  
**Fuente:** Informes Diarios Tecnicontrol



## 7.3 Seguimiento al rendimiento de la obra sector Enterradero GCHBU\_PK 16+637

### 7.3.1 Establecer avances y/o retrasos de la obra

Por medio del registro de rendimientos que realiza el Inspector de Interventoría y el Contratista en campo, determiné los porcentajes de programación y ejecución del PK, con el fin de determinar los porcentajes de desviación que presenta el proyecto por cortes semanales (cada miércoles). Para ello, diseñe una hoja de cálculo donde llevaba el registro de las actividades ejecutadas a partir del mes de Octubre del año 2019 hasta el 18 de Diciembre de 2019; igualmente las cantidades programadas y ejecutadas de la obra desde su inicio (10-Dic-2018). Cabe resaltar que durante el acompañamiento que realicé a la obra sólo se ejecutaron actividades de caissons.

Inicialmente en una hoja de Excel registré las cantidades contractuales del proyecto, junto con los costos directos e indirectos del mismo. (Ver tabla N° 03).

**Tabla N° 03. Cantidades Contractuales GCHBU\_PK 16+637**

DESCRIPCIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	DURACIÓN	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	%PESO
Micropilotes Pre excavados	14/01/2020	19/05/2020	126	m	630	\$ 563.255,00	\$ 354.850.650	13,41%
Canal Tipo I / Sacos de Suelo Cemento / Base 0.5 m	20/02/2020	30/04/2020	70	m	735	\$ 131.890,00	\$ 96.939.150	3,66%
Concreto para Vigas de Amarre de Caisson y Micropilotes (Micropilotes)	19/05/2020	01/06/2020	13	m <sup>3</sup>	34,84	\$ 617.100,00	\$ 21.499.764	0,81%
Acero de Refuerzo Corrugado de 60.000 psi (Micropilotes)	07/05/2020	27/05/2020	20	kg	4298,67	\$ 3.872,00	\$ 16.644.450	0,63%
Concreto para Vigas de Amarre de Caisson y Micropilotes (Caisson)	23/04/2020	01/06/2020	39	m <sup>3</sup>	156,87	\$ 617.100,00	\$ 96.804.477	3,66%
Acero de Refuerzo Corrugado de 60.000 psi (Caisson)	06/05/2020	27/05/2020	21	kg	6685,48	\$ 3.872,00	\$ 25.886.179	0,98%
Caissons	04/12/2018	23/04/2020	506	m	572	\$ 3.472.700,00	\$ 1.986.384.400	75,07%
Excavación material común	23/04/2020	26/05/2020	33	m <sup>3</sup>	130,82	\$ 55.384,12	\$ 7.245.351	0,27%
Concreto Ciclopeo	23/04/2020	28/05/2020	35	m <sup>3</sup>	33,5	\$ 465.850,00	\$ 15.605.975	0,59%
Marco H Metálico: Tipo 5	23/04/2020	13/05/2020	20	Unidad	24	\$ 338.800,00	\$ 8.131.200	0,31%
Marco H Metálico: Tipo 6	23/04/2020	13/05/2020	20	Unidad	6	\$ 471.900,00	\$ 2.831.400	0,11%
Concreto 3000 psi	05/05/2020	28/05/2020	23	m <sup>3</sup>	20,4	\$ 652.291,64	\$ 13.306.749	0,50%
<b>COSTOS DIRECTOS</b>							\$ 2.646.129.745	100%
<b>ADMINISTRACIÓN</b>							14%	\$ 370.458.164
<b>IMPREVISTOS</b>							4%	\$ 105.845.190
<b>UTILIDAD</b>							3%	\$ 79.383.892
<b>IVA</b>							19%	\$ 15.082.940
<b>TOTAL SIN IVA</b>							\$	3.201.816.991
<b>TOTAL CON IVA</b>							\$	3.216.899.931

Fuente. Promioriente S.A E.S.P

Posteriormente, registré las cantidades programadas a ejecutar por corte semanal según la programación del Contratista (ver tabla N° 04), junto con el presupuesto asignado a cada actividad (ver tabla N° 05); igualmente, calculé los porcentajes de presupuesto a ejecutar por corte, esto con el fin de obtener qué porcentaje de ejecución de obra debería llevar el proyecto según lo programado hasta la fecha del seguimiento. Estos se obtienen a partir de la división entre el presupuesto programado para cada actividad por corte y el costo directo del proyecto. (Ver tabla N° 06).

**Tabla N° 04.** Cantidades a ejecutar según programación GCHBU\_PK 16+637

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	16-oct-19	23-oct-19	30-oct-19	06-nov-19	13-nov-19	20-nov-19	27-nov-19	04-dic-19	11-dic-19	18-dic-19	TOTAL
<b>GCHBU_PK 16+637</b>													
<b>CANTIDADES PROGRAMADAS A EJECUTAR</b>													
Micropilotes Pre excavados	630	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canal Tipo I / Sacos de Suelo Cemento / Base 0.5 m	735	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Concreto para Vigas de Amarre de Caisson y Micropilotes (Micropilotes)	34,84	m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acero de Refuerzo Corrugado de 60.000 psi (Micropilotes)	4298,67	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Concreto para Vigas de Amarre de Caisson y Micropilotes (Caisson)	156,87	m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acero de Refuerzo Corrugado de 60.000 psi (Caisson)	6685,48	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caissons	572	m	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	385
Excavación material común	130,82	m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Concreto Ciclópeo	33,5	m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marco H Metálico: Tipo 5	24	Unidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marco H Metálico: Tipo 6	6	Unidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Concreto 3000 psi	20,4	m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente. Promioriente S.A E.S.P

Tabla N° 05. Presupuesto a ejecutar por corte GCHBU\_PK 16+637

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	16-oct-19	23-oct-19	30-oct-19	06-nov-19	13-nov-19	20-nov-19	27-nov-19	04-dic-19	11-dic-19	18-dic-19	TOTAL
<b>PRESUPUESTO PROGRAMADO</b>													
Micropilotes Pre - excavados	630	m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Canal Tipo I / Sacos de Suelo Cemento / Base 0.5 m	735	m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Concreto para Vigas de Amarre de Caisson y Micropilotes (Micropilotes)	34,84	m3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acero de Refuerzo Corrugado de 60.000 psi (Micropilotes)	4298,67	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Concreto para Vigas de Amarre de Caisson y Micropilotes (Caisson)	156,87	m3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acero de Refuerzo Corrugado de 60.000 psi (Caisson)	6685,48	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Caissons	572	m	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	1.336.989.500,00
Excavación material común	130,82	m3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Concreto Ciclópeo	33,5	m3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco H Metálico: Tipo 5	24	Unidad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco H Metálico: Tipo 6	6	Unidad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Concreto 3000 psi	20,4	m3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>			24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	<b>1.336.989.500,00</b>

Fuente. Promioriente S.A E.S.P

Tabla N° 06. % Pesos Presupuesto a ejecutar por corte GCHBU\_PK 16+637

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	16-oct-19	23-oct-19	30-oct-19	06-nov-19	13-nov-19	20-nov-19	27-nov-19	04-dic-19	11-dic-19	18-dic-19	TOTAL
<b>GCHBU_PK 16+637</b>													
<b>% PESOS PROGRAMADO</b>													
Micropilotes Pre-excavados	630	m	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Canal Tipo I / Sacos de Suelo Cemento / Base 0.5 m	735	m	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Concreto para Vigas de Amarre de Caisson y Micropilotes (Micropilotes)	34,84	m <sup>3</sup>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Acero de Refuerzo Corrugado de 60.000 psi (Micropilotes)	4298,67	kg	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Concreto para Vigas de Amarre de Caisson y Micropilotes (Caisson)	156,87	m <sup>3</sup>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Acero de Refuerzo Corrugado de 60.000 psi (Caisson)	6685,48	kg	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Caissons	572	m	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	50,53%
Excavación material común	130,82	m <sup>3</sup>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Concreto Ciclópeo	33,5	m <sup>3</sup>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Marco H Metálico: Tipo 5	24	Unidad	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Marco H Metálico: Tipo 6	6	Unidad	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Concreto 3000 psi	20,4	m <sup>3</sup>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>TOTAL</b>			0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	
<b>TOTAL ACUMULUADO</b>			42,26%	43,18%	44,10%	45,01%	45,93%	46,85%	47,77%	48,69%	49,61%	50,53%	

Fuente. Promioriente S.A E.S.P

En tercera instancia, registré las cantidades ejecutadas por el Contratista en campo con corte semanal, esto acorde a lo evidenciado por el Inspector de Interventoría (ver tabla N° 07), junto con el presupuesto empleado para el desarrollo de cada actividad (ver tabla N° 08); del mismo modo, calculé los porcentajes de presupuesto ejecutados por corte, con el objeto de obtener el porcentaje de ejecución real del proyecto hasta la fecha del seguimiento. Estos se obtienen a partir de la división entre el presupuesto empleado en cada actividad por corte y el costo directo del proyecto. (Ver tabla N° 09).

**Tabla N° 07. Cantidades ejecutadas GCHBU\_PK 16+637**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	16-oct-19	23-oct-19	30-oct-19	06-nov-19	13-nov-19	20-nov-19	27-nov-19	04-dic-19	11-dic-19	18-dic-19	TOTAL
<b>GCHBU_PK 16+637</b>													
<b>CANTIDADES EJECUTADAS</b>													
Micropilotes Pre-excavados	630	m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Canal Tipo I / Sacos de Suelo Cemento / Base 0.5 m	735	m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Concreto para Vigas de Amarre de Caisson y Micropilotes (Micropilotes)	34,84	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acero de Refuerzo Corrugado de 60.000 psi (Micropilotes)	4298,67	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Concreto para Vigas de Amarre de Caisson y Micropilotes (Caisson)	156,87	m <sup>3</sup>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	13,24
Acero de Refuerzo Corrugado de 60.000 psi (Caisson)	6685,48	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Caissons	572	m	<b>2,27</b>	<b>7,08</b>	<b>5,86</b>	<b>1,87</b>	<b>12,76</b>	<b>12,76</b>	<b>7,37</b>	<b>17,01</b>	<b>13,03</b>	<b>0,00</b>	374,10
Excavación material común	130,82	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Concreto Ciclópeo	33,5	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco H Metálico: Tipo 5	24	Unidad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco H Metálico: Tipo 6	6	Unidad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Concreto 3000 psi	20,4	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Fuente.** Promioriente S.A E.S.P

Tabla N° 08. Presupuesto ejecutado por corte GCHBU\_PK 16+637

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	16- oct-19	23- oct-19	30- oct-19	06- nov- 19	13- nov- 19	20- nov- 19	27- nov- 19	04- dic-19	11- dic-19	18- dic-19	TOTAL
<b>PRESUPUESTO EJECUTADO</b>													
Micropilotes Pre excavados	630	m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Canal Tipo I / Sacos de Suelo Cemento / Base 0.5 m	735	m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Concreto para Vigas de Amarre de Caisson y Micropilotes (Micropilotes)	34,84	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acero de Refuerzo Corrugado de 60.000 psi (Micropilotes)	4298,67	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Concreto para Vigas de Amarre de Caisson y Micropilotes (Caisson)	156,87	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.170.404,00
Acero de Refuerzo Corrugado de 60.000 psi (Caisson)	6685,48	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Caissons	572	m	7.880.486,98	24.602.690,42	20.346.549,00	6.500.000,00	44.326.584,61	44.326.584,61	25.580.603,00	59.080.351,00	45.232.959,00	0,00	1.299.124.369,14
Excavación material común	130,82	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Concreto Ciclópeo	33,5	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco Metálico: Tipo 5 <sup>H</sup>	24	Unidad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marco Metálico: Tipo 6 <sup>H</sup>	6	Unidad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Concreto 3000 psi	20,4	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>			7.880.486,98	24.602.690,42	20.346.549,00	6.500.000,00	44.326.584,61	44.326.584,61	25.580.603,00	59.080.351,00	45.232.959,00	0,00	<b>1.307.294.773,14</b>

Fuente. Promioriente S.A E.S.P

**Tabla N° 09. % Pesos Presupuesto ejecutado por corte GCHBU\_PK 16+637**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	16-oct-19	23-oct-19	30-oct-19	06-nov-19	13-nov-19	20-nov-19	27-nov-19	04-dic-19	11-dic-19	18-dic-19	TOTAL
<b>GCHBU_PK 16+637</b>													
<b>% PESOS EJECUTADO</b>													
Micropilotes Pre excavados	630	m	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Canal Tipo I / Sacos de Suelo Cemento / Base 0.5 m	735	m	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Concreto para Vigas de Amarre de Caisson y Micropilotes (Micropilotes)	34,84	m <sup>3</sup>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Acero de Refuerzo Corrugado de 60.000 psi (Micropilotes)	4298,67	kg	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Concreto para Vigas de Amarre de Caisson y Micropilotes (Caisson)	156,87	m <sup>3</sup>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,31%
Acero de Refuerzo Corrugado de 60.000 psi (Caisson)	6685,48	kg	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Caissons	572	m	0,30%	0,93%	0,77%	0,25%	1,68%	1,68%	0,97%	2,23%	1,71%	0,00%	49,10%
Excavación material común	130,82	m <sup>3</sup>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Concreto Ciclópeo	33,5	m <sup>3</sup>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Marco H Metálico: Tipo 5	24	Unidad	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Marco H Metálico: Tipo 6	6	Unidad	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Concreto 3000 psi	20,4	m <sup>3</sup>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>TOTAL</b>			0,30%	0,93%	0,77%	0,25%	1,68%	1,68%	0,97%	2,23%	1,71%	0,00%	
<b>TOTAL ACUMULADO</b>			39,20%	40,13%	40,90%	41,14%	42,82%	44,50%	45,46%	47,69%	49,40%	49,40%	

**Fuente.** Promioriente S.A E.S.P

Finalmente, presenté en una hoja de Excel el cuadro resumen de los anteriores porcentajes, con el propósito de obtener la diferencia de los porcentajes programados y ejecutados, y así establecer si la obra presenta un retroceso o adelanto a la fecha. (Ver tabla N° 10).

**Tabla N° 10.** % Programado y % Ejecutado de GCHBU\_PK 16+637

DESCRIPCIÓN	09-oct-19	16-oct-19	23-oct-19	30-oct-19	06-nov-19	13-nov-19	20-nov-19	27-nov-19	04-dic-19	11-dic-19	18-dic-19
<b>% PROGRAMADO</b>	41,34%	42,26%	43,18%	44,10%	45,01%	45,93%	46,85%	47,77%	48,69%	49,61%	50,53%
<b>%AVANCE</b>	38,90%	39,20%	40,13%	40,90%	41,14%	42,82%	44,50%	45,46%	47,69%	49,40%	49,40%
<b>%DESVIACIÓN</b>	-2,44%	-3,06%	-3,05%	-3,20%	-3,87%	-3,11%	-2,36%	-2,31%	-0,99%	-0,20%	-1,12%

*Fuente. Propia*

Por ende, se obtuvo un porcentaje de desviación negativa de 1,12% al corte del 18 de Diciembre de 2019; esto quiere decir que la obra ha venido presentando un atraso en el desarrollo de las actividades, donde uno de los temas por lo que se da lo anterior corresponde al suministro de materiales, aunque dicho resultado no representa mayor incidencia y quiere decir que existen rendimientos buenos en la ejecución de las actividades.

### **7.3.2 Control del presupuesto a través del seguimiento a la ejecución del presupuesto de obra**

Con el objeto de obtener un diagnóstico de cumplimiento de los avances previstos en el proyecto, a partir de la información expuesta anteriormente, implementé el sistema de gestión del valor ganado que es una medición del desempeño del proyecto basados en el presupuesto y el cronograma. Este se compone de dos dimensiones como lo son:



- Valor planificado [PV]: Corresponde a lo planificado como base respecto al presupuesto necesario para la ejecución de las actividades.
- Valor ganado [EV]: valor estimado del trabajo realmente realizado.

En consecuencia, el análisis de valor ganado permite controlar la ejecución del proyecto a través del presupuesto y de su calendario para obtener así el desempeño del proyecto basándose en lo planificado. Este análisis determina si los costos, tiempos y las actividades realizadas se están cumpliendo de acuerdo a lo establecido inicialmente. Dentro de esta metodología existe un indicador de programación [SPI] que corresponde a la relación entre el valor ganado y el valor planificado ( $EV/PV$ ) para determinar los retrasos ( $SPI < 1$ ) y avances ( $SPI > 1$ ) del proyecto en un determinado corte, en función de las actividades del proyecto.

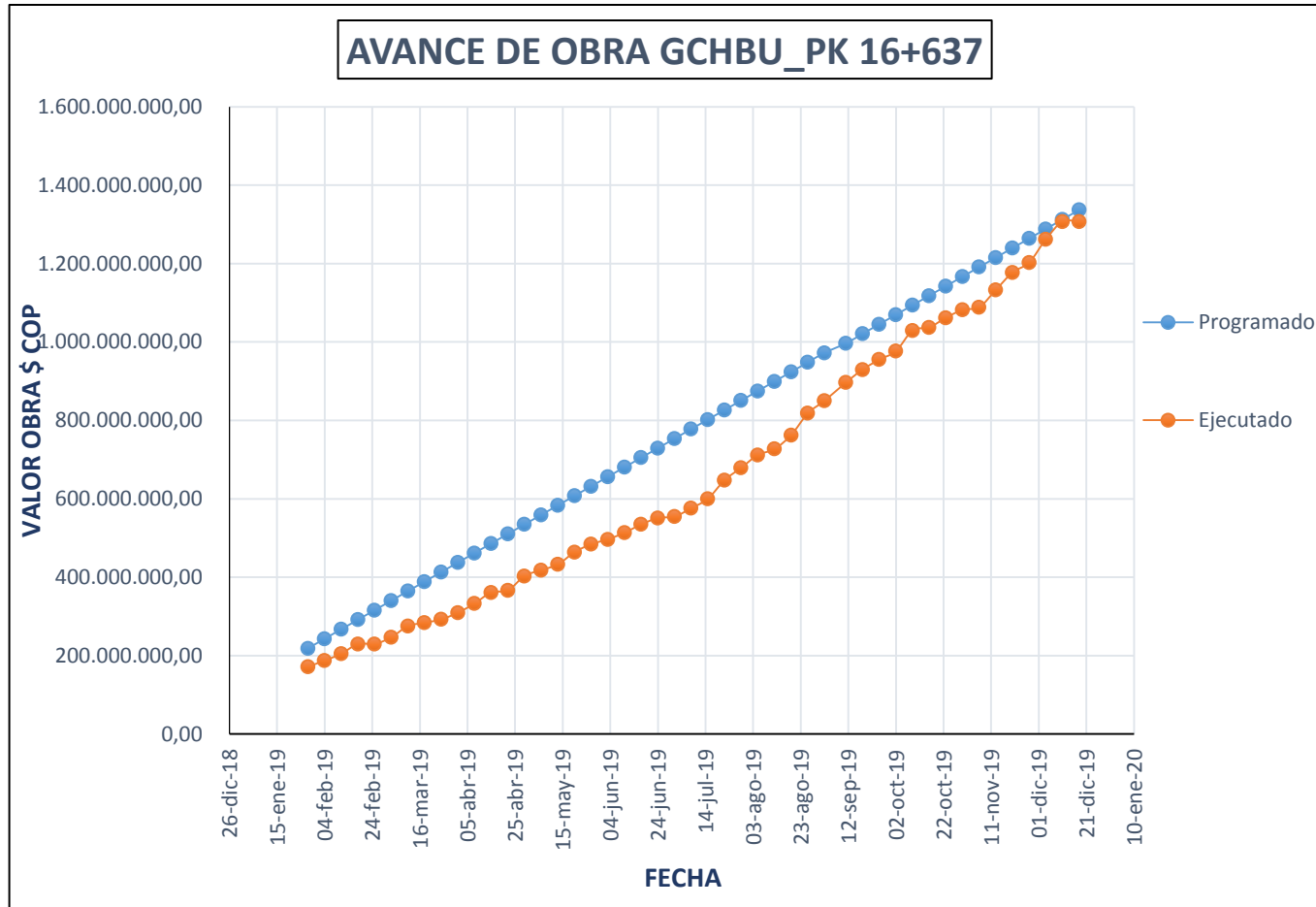
En la Tabla N° 11 se presentan los valores de ejecución del proyecto según lo programado por el contratista (PV) y el presupuesto ejecutado realmente en obra (EV) avalado por el Inspector de campo, de manera que a partir de estos datos se obtenga la curva S o Curva de Avance (ver figura N° 11), como representación del avance real del proyecto respecto a lo planificado; como también, el índice de desempeño del cronograma SPI correspondientes a la fecha de corte. Cabe aclarar, que la siguiente tabla muestra el presupuesto acumulado a partir de la fecha la cual empecé a realizar seguimiento (Octubre a Diciembre); por tal razón, los valores anteriores (PV y EV) de dicha fecha no se visualizan.

Tabla N° 11. Presupuesto Programado [PV] y Ejecutado [EV] GCHBU\_PK 16+637

<b>VALOR GANADO CURVA S - ENTERRADERO GCHBU_PK 16+637</b>										
<b>CONTRATO:</b>	<b>CONTRATO MARCO No. 4600002727 CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE GEOTECNIA GASODUCTO CHITAGÁ-BUCARAMANGA DE 12</b>									
<b>SECTOR:</b>	<b>PK 16+637</b>									
<b>INTERVENTORÍA:</b>	<b>TECNICONTROL</b>									
<b>INICIO:</b>	<b>04/12/2018</b>									
<b>FINALIZACIÓN:</b>	<b>01/06/2020</b>									
<b>VALOR COSTO DIRECTO</b>	<b>\$2.646.129.745</b>									
<b>AIU</b>	<b>21,00%</b>									
<b>COSTO TOTAL (AIU)</b>	<b>\$3.201.816.991</b>									
<b>COSTO TOTAL (AIU + IVA)</b>	<b>\$3.216.899.931</b>									
DESCRIPCIÓN	16-oct-19	23-oct-19	30-oct-19	06-nov-19	13-nov-19	20-nov-19	27-nov-19	04-dic-19	11-dic-19	18-dic-19
<b>PRESUPUESTO PLANIFICADO</b>	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00	24.308.900,00
<b>PV</b>	1.118.209.400,00	1.142.518.300,00	1.166.827.200,00	1.191.136.100,00	1.215.445.000,00	1.239.753.900,00	1.264.062.800,00	1.288.371.700,00	1.312.680.600,00	1.336.989.500,00
<b>PRESUPUESTO EJECUTADO</b>	7.880.486,98	24.602.690,42	20.346.549,00	6.500.000,00	44.326.584,61	44.326.584,61	25.580.603,00	59.080.351,00	45.232.959,00	0,00
<b>EV</b>	1.037.298.451,50	1.061.901.141,92	1.082.247.690,92	1.088.747.690,92	1.133.074.275,53	1.177.400.860,14	1.202.981.463,14	1.262.061.814,14	1.307.294.773,14	1.307.294.773,14
<b>VARIACIÓN DEL CRONOGRAMA [SV]</b>	-80.910.948,50	-80.617.158,08	-84.579.509,08	102.388.409,08	-82.370.724,47	-62.353.039,86	-61.081.336,86	-26.309.885,86	-5.385.826,86	-29.694.726,86
<b>ÍNDICE DESEMPEÑO CRONOGRAMA [SPI]</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0
	ATRASO	ATRASO	ATRASO	ATRASO	ATRASO	ATRASO	ATRASO	ATRASO	ATRASO	ATRASO

Fuente. Propia

Figura N° 11. Curva de Avance



Fuente. Propia

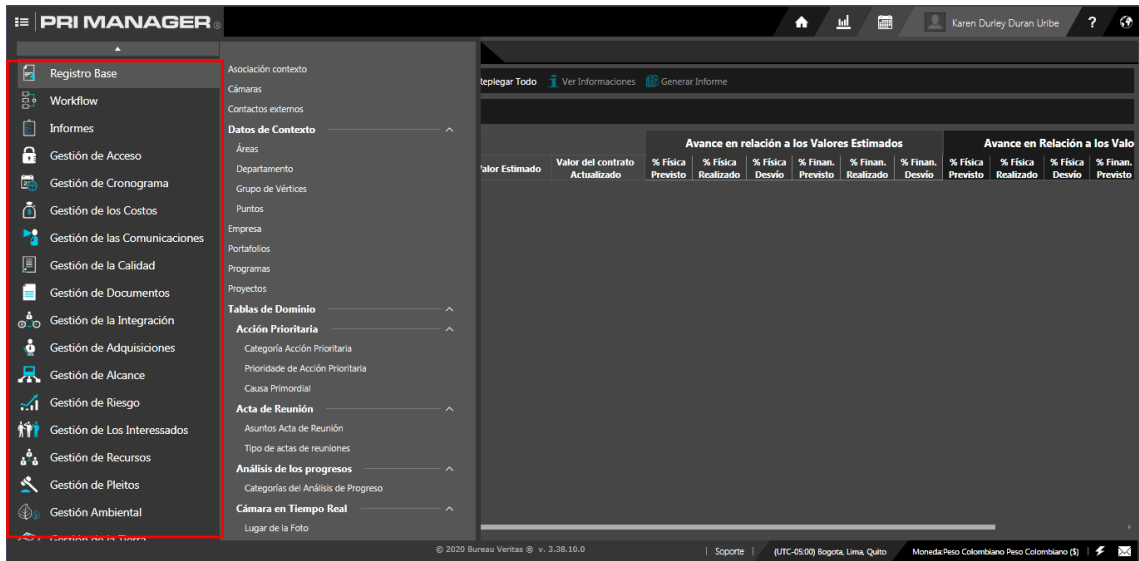
Como podemos observar la gráfica de los valores planificados tiende a ser directamente proporcional al calendario, ya que la única actividad que se ejecutó durante el seguimiento que realicé a esta obra fue de Caissons, las demás actividades se realizarán a partir del año 2020.

En la gráfica del presupuesto ejecutado al corte semanal se aprecia que desde el inicio del desarrollo de las actividades, su desempeño ha generado retrasos en el proyecto; por tanto, se está indicando que hay problemas con su ejecución que deben ser corregidos para que el proyecto culmine en base a lo establecido en el PDT. Así mismo, por medio del indicador del índice de desempeño del proyecto, se obtuvieron valores menores e iguales a uno (1), lo cual quiere decir que se está presentando un retraso en el proyecto.

#### **7.4 Empleo de la Herramienta PRIMANAGER**

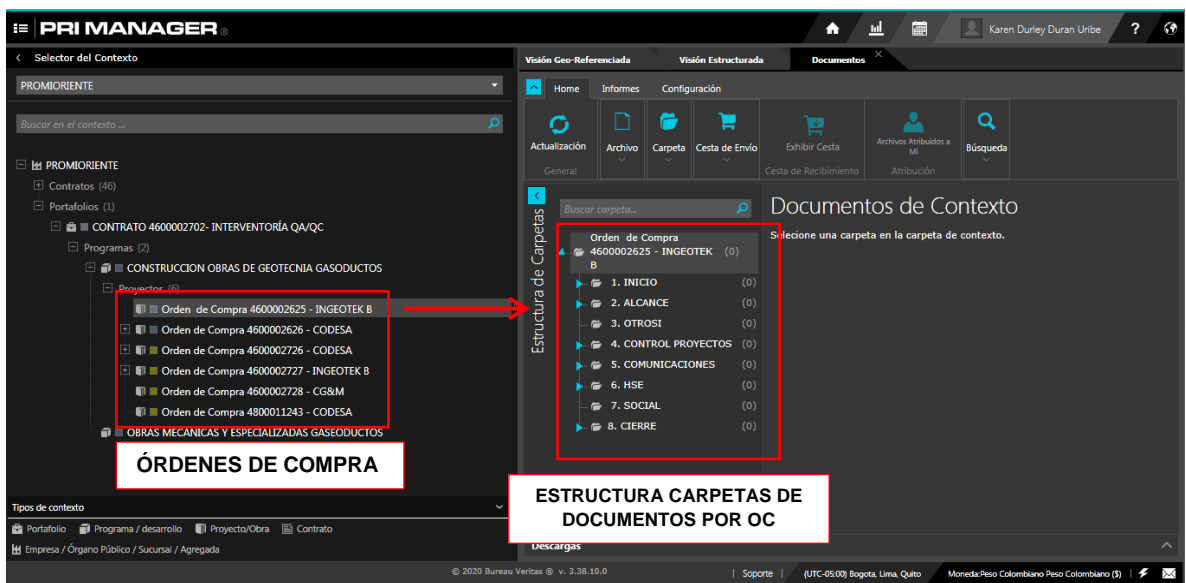
Los días 13 y 14 de Diciembre de 2019 se llevó a cabo una capacitación con el equipo de Interventoría Tecnicocontrol a cargo del Director de Proyectos PRIMANAGER Carlos Alexander Méndez Parada, con el fin de implementar el uso del software de Bureau Veritas para el proyecto de Promioriente.

PRIMANAGER es un gestor de Proyectos que tiene como finalidad permitir que el cliente realice consultas del estado de su proyecto. Para ello, se debe alimentar el software por medio de cada uno de los módulos que este presenta como lo son: Informes, Gestión de Cronograma, Gestión de Costos, Gestión de Calidad, Gestión de las Comunicaciones, Gestión de Documentos, Gestión de Riesgo, Gestión de Recursos, entre otros. (*Ver figura N° 12*).

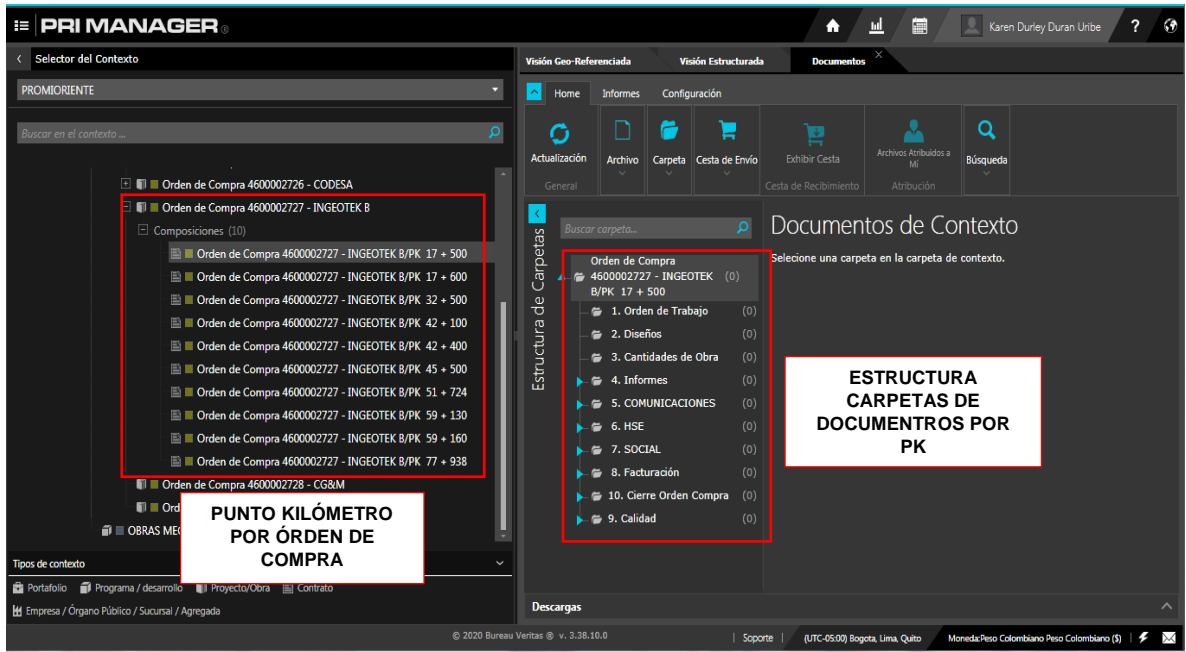


**Figura N° 12. Presentación módulos PRIMANAGER**  
**Fuente. PRIMANAGER Burea Veritas**

Para empezar, se establecieron las Órdenes de Compra-OC que han sido participes del proyecto, como las que se están ejecutando, donde cada OC comprende la lista de los Punto Kilómetro que lo conforman. Posteriormente, establecimos la estructura documental para cada Orden de Compra y para cada PK como lo muestran las figuras N° 13 y 14.

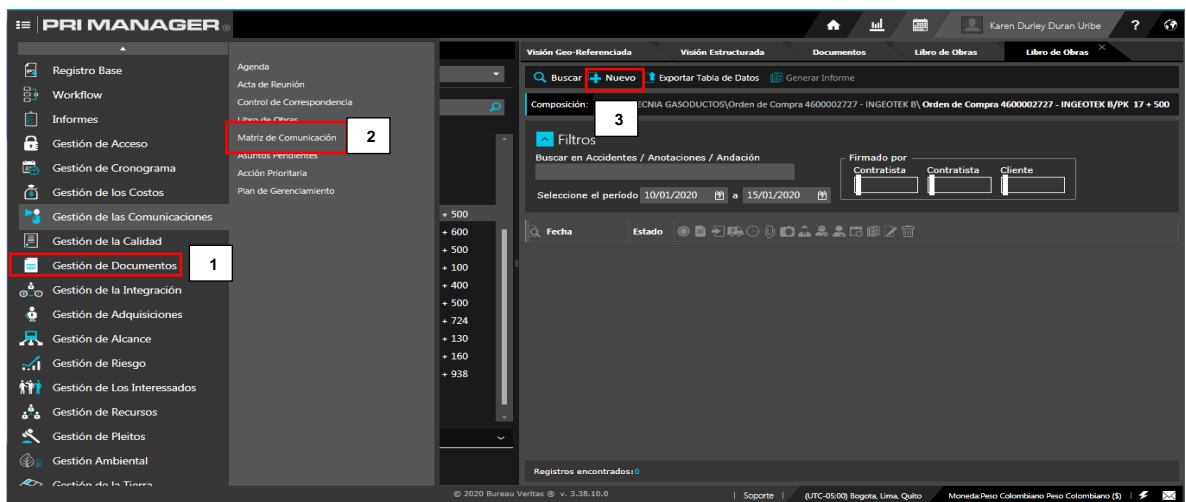


**Figura N° 13. Presentación OC de la obras de Geotecnia**  
**Fuente. PRIMANAGER Burea Veritas**



**Figura N° 14.** Presentación PK correspondientes a la OC de la obras de Geotecnia  
**Fuente.** PRIMANAGER Burea Veritas

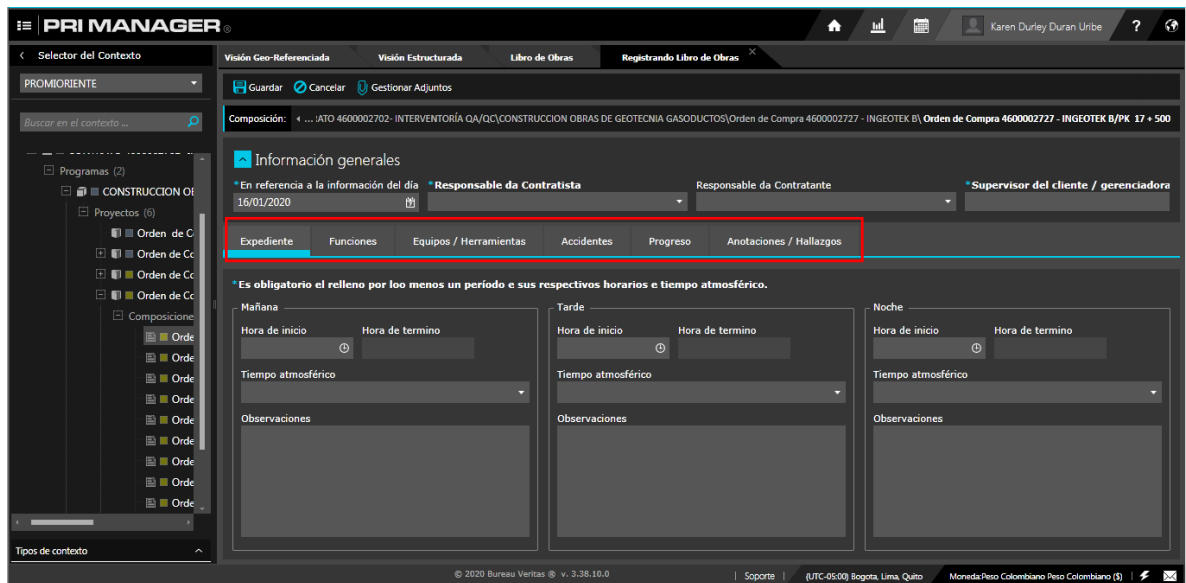
El libro de obra es uno de los documentos que generamos diariamente en el software, ya que por medio de este se exponen hallazgos y el desarrollo de las actividades que se llevan a cabo diariamente en un frente de obra; para elaborar dicho documento nos dirigimos al módulo Gestión de las comunicaciones, libro de obra y nuevo. (Ver figura N° 15).



**Figura N° 15.** Pasos para crear libro de obra  
**Fuente.** PRIMANAGER Burea Veritas

Posteriormente, se abre una ventana que muestra los diferentes ítems que conformarán el libro de obra, entre ellos tenemos:

- **Expediente:** Indica la hora de inicio y fin de las actividades ejecutadas en el frente de obra junto con el estado del tiempo atmosférico.
- **Funciones:** Se expone el personal que se requirió para el desarrollo de cada una de las actividades junto con la cantidad.
- **Equipos / Herramientas** empleados en el frente de obra.
- **Accidentes:** Concerniente a la parte HSE, donde se presenta la gravedad y hora del accidente junto con la descripción de lo sucedido.
- **Progreso:** Corresponde a las actividades ejecutadas en el punto.
- **Anotaciones / Hallazgos:** Expone hechos relevantes evidenciados en campo.  
(Ver figura N° 16)



**Figura N° 16.** Presentación PK correspondientes a la OC de la obras de Geotecnia  
**Fuente.** PRIMANAGER Burea Veritas

Finalmente guardamos la información, donde el registro fotográfico previamente montado en la plataforma al respectivo PK con fecha correspondiente a la elaboración del documento, se anexa automáticamente al libro de obra; por otra parte, a partir de este libro podemos generar los reportes diarios, semanales y mensuales del proyecto.

## 8. APORTE AL CONOCIMIENTO

La visita que se llevó a cabo el día 08 de Octubre de 2019 al GCHBU\_PK 49+500 para la ubicación de las barreras sedimentadoras con el fin de hacer entrega del agua lo menos contaminada posible a las trucheras, se presentó una fuerte precipitación; el cual, se logró evidenciar cuales eran esos puntos que estaban aportando sedimentos al cuerpo de agua y así ubicar de manera precisa dichas intervenciones.

Para llevar un seguimiento a los reportes diarios generados por contratistas e Inspectores de Interventoría, es necesario previamente efectuar métodos de investigación como lo son las Especificaciones Técnicas de Promioriente, ya que así, se comprenderá lo expuesto en dichos informes, logrando realizar un monitoreo de las actividades de acuerdo a lo dictado en las especificaciones y así realizar previo aviso a aquellos temas que no están claros en el informe o eventualidad que surge durante el desarrollo de las actividades.

Por otra parte, desarrolle una hoja de cálculo con el objetivo de llevar un control de entrega de los reportes diarios que se generan para cada frente de obra por los Inspectores Civiles de Interventoría y el Contratista encargado de ejecutar las actividades en dicho frente; de manera que cuando no se hace entrega de un reporte por más de tres (3) días de un Punto Kilómetro (PK), se genera una alerta a fin de dar previo aviso a los profesionales para que generen los informes respectivos.

Este seguimiento se clasifica por mes, donde se registra cuantos reportes fueron entregados por semana; el cual, "S" quiere decir que si hizo entrega de informe, "N" no hizo entrega de informe y "NL" no se trabajó en dicho frente. A su vez, hay un espacio de observaciones correspondientes para cada Punto Kilómetro (PK). (Ver Tabla N° 12 y 13).



**Tabla N° 12. Diseño hoja de cálculo. Control de Reportes Diarios**

GASODUCTO	PK	INSPECTOR	OCT							TOTAL ENTREGAS		ESTADO	CONTRATISTA	OCT							TOTAL ENTREGAS		ESTADO
			7	8	9	10	11	12	13	S	N			7	8	9	10	11	12	13	S	N	
GICH	04+100	AMCP	N	N	N	N	N	NL		0	5	ALERTA	CODESA	S	S	S	S	S	NL		5	0	OK
	10+420	AMCP	N	N	N	N	N	NL		0	5	ALERTA		NL	NL	S	S	S	NL		3	0	OK
	30+000	AMCP	NL	NL	NL	S	NL	NL		1	0	OK		NL	NL	NL	NL	NL		0	0	OK	
	51+993	AMCP	N	S	N	N	N	NL		1	4	ALERTA		S	S	S	S	S	NL		5	0	OK
	52+012	AMCP	N	N	N	N	N	NL		0	5	ALERTA		S	S	S	S	S	NL		5	0	OK
GICH	63+200	CRV	N	N	N	S	N	NL		1	4	ALERTA	INGEOTEK B	S	S	S	S	S	NL		5	0	OK
	64+462	CRV	N	N	S	N	S	NL		2	3	OK		S	S	S	S	S		6	0	OK	
	70+995	CRV	N	S	N	NL	NL	NL		1	2	OK		S	S	S	NL	NL	NL		3	0	OK
	79+967	ADRS	S	S	S	N	N	NL		3	2	OK		S	S	S	S	S		6	0	OK	
	81+566	ADRS	N	S	S	N	N	NL		2	3	OK		S	S	S	S	S		6	0	OK	
	82+946	ADRS	NL	S	NL	NL	NL	NL		1	0	OK		NL	NL	NL	NL	NL	NL		0	0	OK
CHBU	15+503	ADRS	S	N	S	S	S	NL		4	1	OK	INGEOTEK B	S	S	S	S	S	NL		5	0	OK
	16+637	ADRS	S	N	S	S	S	NL		4	1	OK		S	S	S	S	S	NL		5	0	OK
	49+500	OBD	S	S	N	S	N	N		3	3	OK		S	S	S	S	S		6	0	OK	
	56+156	OBD	N	N	N	N	N	NL		0	5	ALERTA		S	NL	S	S	S	S		5	0	OK
	85+200	OBD	N	N	S	N	N	NL		1	4	ALERTA		S	S	S	S	S		6	0	OK	

**Fuente. Tecnicontrol S.A.S**

**Tabla N° 13. Diseño hoja de cálculo. Observaciones correspondientes a cada Punto Kilómetro**

<b>GASODUCTO</b>	<b>PK</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
GICH	04+100	Excavación manual para cimentación de muro, demolición de roca sobre marcación del muro y vaciado de concreto para cimentación de muro
	10+420	INICIO OBRA 9-Oct.2019 inconveniente con la comunidad para la selección hoja de vida del oficial. Ingresan el 15-Oct-2019. Se hace arreglo vía de acceso.
	30+000	Afectaciones del DDV por reparación mecánica a tubería de Ecopetrol.
	51+993	Transporte de material y herramientas desde la vía al sitio de trabajo construcción de campamento, excavación para estructura de rebose y excavación para muro en concreto en ciclópeo
	52+012	Se encuentran en actividades de revegetalización con estolón y semilla
GICH	63+200	Actividades de revegetalización.
	64+462	Continuar con la Construcción de cimentación para trincho T-VIII, construcción de canal de concreto T-V, instalación de micropilotes, rendimiento bajo por excavación de roca.
	70+995	Los entibados ejecutados para el desarrollo de la actividad de excavación no son los suficientes para estabilizar el talud.
	79+967	Revegetalización zonas intervenidas por construcción de micropilotes hincados. Instalación de vigas cabezales de micropilotes y construcción de fila de 30 micropilotes hincados en el costado izquierdo del gasoducto.
	81+566	Se construirá fila de micropilotes metálicos de diámetro 6", longitud de cinco (5) metros, canales en concreto reforzado, cortacorrientes en piedra pegada.
	82+946	Sobre DDV del gasoducto y en los trinchos provisionales de la geotecnia en madera y malla galvanizada, se encuentran almacenadas rocas que se han desprendido del talud expuesto que está en la margen izquierda del gasoducto.
CHBU	15+503	Fundida de cuneta en concreto simple, canales de en concreto reforzado y piedra pegada; construcción de dissipador en gaviones Tipo II Cambio de modulación de la fila N°4 de gaviones para que quede trabado con la fila N°3.
	16+637	Construcción de caissons. Trabajos de excavación y fundida de anillos de protección. Los caissons N° 1, 3, 5, 7, 9, 11, 17, 25, 27, 29 y 31 ya están terminados.
	49+500	Barreras sedimentadoras en los puntos colmatas de material de sedimentación, construcción del canal en cobertura piedra pegada. Maquinaria Fue retirada del punto, para iniciar traslado de materiales.
	56+156	Instalación de guadaa.
	85+200	Actividades de revegetalización y sugerencia de realizar una pantalla en concreto reforzado en la entrega del dissipador.

**Fuente.** *Tecnicontrol S.A.S*

También, he participado en la preparación de logística para los comités de obra que se llevan a cabo con la Interventoría de Tecnicontrol, Promioriente y Contratistas; de manera que los compromisos expuestos en el Acta se cumplan, y así hacer seguimiento a la misma.

## 9. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

### 9.1 Visitas a obras de la línea Chitagá-Bucaramanga

#### GCHBU\_PK 49+500

En todo frente de obra durante su ejecución se presentan una serie de eventos que no se tienen previstos; por tal motivo, se debe hacer lo posible para que el proyecto se desarrolle de acuerdo a lo planeado. Con base a lo anterior, realicé un registro fotográfico de algunos de los eventos que se presentaron durante la visita a campo al frente de Obra GCHBU\_PK 49+500 de 12 pulgadas de diámetro, llevada a cabo el día 08 de Octubre de 2019. Dicha asistencia se hizo con el fin de hacer ubicación de las obras planteadas a partir de los criterios técnicos aportados por parte de Tecnicontrol y Promioriente.

La visita se realizó con profesionales de Tecnicontrol el Inspector Civil Omar Brilla Díaz y el Profesional HSE Ahymer Yesid Pachón Molina. Dado que al momento de llegada al punto se presentaba una fuerte lluvia, se identificó claramente los percances que presenta la obra en aquellas condiciones críticas. Dentro de ello se evidenció cuáles eran los puntos que aportan material con sedimentos al cuerpo de agua que abastece unas trucheras que se encuentran aguas abajo. (Ver fotografías N° 34 y 35).



**Fotografía N° 34.** Punto de afectación al cuerpo de agua  
**Fuente:** Tecnicontrol



**Fotografía N° 35.** Cuerpo de agua afectado por sedimentos.  
**Fuente:** Tecnicontrol

En efecto, se hizo intervención en uno de los puntos que aporta material con sedimentos al cuerpo de agua que abastece la truchera; dicha intervención consistió en la construcción de barreras sedimentadoras, que permiten filtrar y entregar al cuerpo de agua lo menos contaminada posible. (Ver fotografías N° 36, 37, 38, 39, 40 y 41).





**Fotografía N° 40.** Puesta en marcha barras sedimentadoras  
**Fuente:** Tecnicontrol. GCHBU\_PK 49+500



**Fotografía N° 41.** Puesta en marcha barras sedimentadoras  
**Fuente:** Tecnicontrol. GCHBU\_PK 49+500

A las barreras sedimentadoras construidas, el Inspector Civil QC recomendó hacer seguimiento diario y realizar control con más barreras en los diferentes puntos, marcados previamente en recorrido con la interventoría Tecnicontrol e Ingeniero Residente Fernando Espitia por parte de Ingeotek B.

### **GCHBU\_PK 83+200**

El 28 de Noviembre de 2019 realicé visita en el Municipio de Girón, Vereda Rio Frio al Punto Kilómetro (PK) 83+200 Gasoducto Chitagá - Bucaramanga, Tubería de 12"; con el objeto de hacer reconocimiento e identificación de los puntos que serán intervenidos por la instalación de unos Hexápodos en concreto armado.

Dicha visita se realizó con profesionales de la Interventoría Tecnicontrol el Inspector mecánico QC Andrés Mora y el Profesional en Entrenamiento Jefrey David Camacho; por parte del Contratista Ingeotek B los Ingenieros Residentes Daniela Lozada, Fernando Espitia, y un profesional HSE.

Durante el recorrido en el punto, se evidenció la necesidad de desviar el cauce del río para la instalación de los Hexápodos. Este desvío se realizará dentro de su mismo cauce (*ver fotografía N° 42*). A su vez, se identificó la presencia de

Geocolchones los cuales se encuentran en mal estado y no están cumpliendo con su función dentro del sistema de protección del margen del cauce; por tanto, deberán ser demolidos o desmantelados del punto. (Ver fotografías N° 43 y 44).

Igualmente, se identificó un Dentellón que se encuentra parcialmente desenterrado; por consiguiente, se hará la respectiva evaluación de la participación de este dentro del diseño de obra. (Ver fotografía N° 45).



**Fotografía N° 42.** Potencial desvío del cauce  
**Fuente:** Tecnicontrol



**Fotografía N° 43.** Estructuras a desmantelar  
**Fuente:** Tecnicontrol

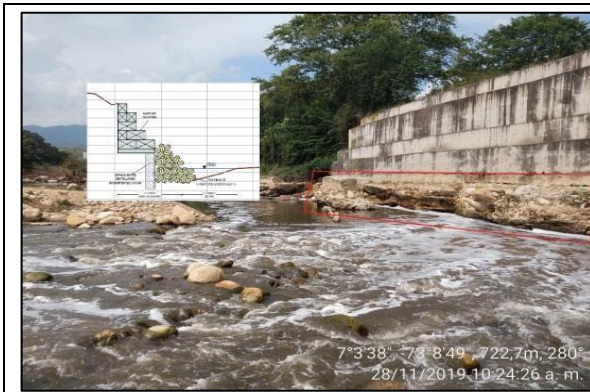


**Fotografía N° 44.** Estructuras a desmantelar  
**Fuente:** Tecnicontrol



**Fotografía N° 45.** Dentellón socavado  
**Fuente:** Tecnicontrol

También, se realizó la ubicación de las dos distribuciones en perfil de los Hexápodos a instalar. (Ver fotografías N° 46 y N° 47).



**Fotografía N° 46.** Distribución Hexápodos  
**Fuente:** Tecnicontrol



**Fotografía N° 47.** Distribución Hexápodos  
**Fuente:** Tecnicontrol

La Interventoría Tecnicontrol solicitó al contratista realizar un total de diez (10) ensayos de resistencia a la compresión y asentamiento para verificar que la estructura cumpla con los 4000 psi que se solicitan en la Especificación Técnica de Promioriente, esto a partir de lo establecido en Acta resaltando lo siguiente: *dos (2) ensayos para volúmenes entre 40-80 m<sup>3</sup> por fundida diarios*, donde el total de concreto que se empleará para los 515 Hexápodos es de 381.1 m<sup>3</sup>. Por otra parte, se indicó que al momento de fundir los Hexápodos, se incluya una argolla que permita la conexión entre los mismos mediante una guaya de acero.

### **GCHBU\_PK 88+315**

Para conservar y garantizar la estabilidad en el Derecho de Vía del gasoducto, es necesario llevar a cabo obras de mantenimiento geotécnicos; por tal motivo, en el Punto Kilómetro (PK) 88+315 del gasoducto Chitagá-Palenque, tubería de 12 pulgadas, ubicado en el municipio de Girón; se determinó por medio de una inspección la necesidad de construir unas placas en concreto reforzado.

Por consiguiente, con el fin de hacer seguimiento a la ejecución de las actividades en este frete de obra, el 28 de Noviembre de 2019 realicé visita de campo junto con los profesionales de la Interventoría Tecnicontrol el Inspector mecánico QC Andrés Leonardo Mora y el Profesional en Entrenamiento Jeffrey David Camacho;

por parte del Contratista Ingeotek B los Ingenieros Residentes Daniela Lozada y Fernando Espitia.

De esta manera, evidenciamos sesenta y un (61) placas de concreto reforzado en un tramo aproximado de 100 metros por el Derecho de Vía; estas debían cumplir con lo expuesto en las Especificaciones Técnicas de Promioriente, la cual indica que las placas han de presentar dimensiones de 1.0 m x 1.0 m x 0.12 m espaciadas cada 0.60 metros.

Para ello, con ayuda de un flexómetro hice medición de las placas de forma aleatoria (ver fotografías N° 48, 49, 50, 51, 52 y 53) obteniendo dimensiones por encima de la especificación; como lo es placa de 1.15 m x1.20 m x0.12 m y otra de 1.05 m x1.14 m x 0.12 m.



**Fotografía N° 48.** Verificación dimensiones de las placas  
**Fuente:** Tecnicontrol



**Fotografía N° 49.** Verificación dimensiones de las placas  
**Fuente:** Tecnicontrol





**Fotografía N° 50.** Verificación dimensiones de las placas  
**Fuente:** Technicontrol



**Fotografía N° 51.** Verificación dimensiones de las placas  
**Fuente:** Technicontrol



**Fotografía N° 52.** Verificación distancia entre placas  
**Fuente:** Technicontrol



**Fotografía N° 53.** Panorámica construcción de las placas  
**Fuente:** Technicontrol

Por otro lado, la Interventoría manifestó al Contratista continuar con el tapado y re conformación de las placas con cobertura vegetal para dar finalización a este frente de obra.

## 9.2 Levantamiento Actas de Comité de Obra

Desde el inicio de mi práctica empresarial desarrolle un acompañamiento continuo para la realización de Actas de Comité de Obra, las cuales se ejecutan

semanalmente con los tres (3) contratistas (Codesa, Ingeotek B, CG&M), la participación de Tecnicontrol y Promioriente.

En dichos comités se tratan temas como lo son revisión de compromisos, aspectos HSE, Gestión Social y Gestión de Tierras, peticiones, quejas, reclamos y sugerencias (PQRS), desarrollo de obras, seguimiento a la programación de obra, aspectos QA & QC , aspectos administrativos y las no conformidades; con el fin de llevar un control sobre cada frente de obra. En estas reuniones se aprueban cantidades de obra adicional, cantidades mayores y menores de obra, con previa justificación dada por Tecnicontrol y Promioriente; a su vez, se evalúa el desarrollo de los diferentes frentes de trabajo a través de los criterios técnicos dados por cada profesional. Así mismo, se debe hacer anotación de cada una de las áreas que fueron tratadas, con el objeto de establecer compromisos y verificar en el próximo comité que estos hayan sido cumplidos. (*Ver fotografía N° 42*).



**Fotografía N° 54.** Reunión Comité de Obra  
**Fuente:** Propia

### **9.3 Actividades Administrativas**

La elaboración del Dossier consiste en la organización de todos los documentos correspondientes para cada Punto Kilómetro (PK), la cual contiene toda la

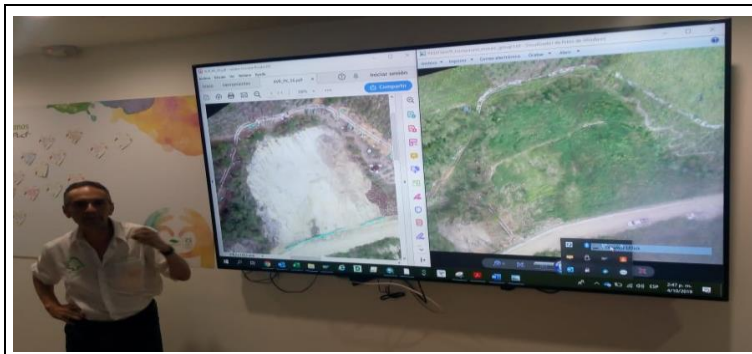
información detallada del mismo; de esta manera, se avala que la obra ha sido ejecutada bajo parámetros fijados por parte de la Interventoría Tecniconrol y Promioriente.

Tecniconrol tiene como parte de sus actividades la elaboración del Dossier, es por esto que he sido participe en su desarrollo, donde se estableció su estructura de la siguiente manera:

1. Diseños y Cantidades de la Obra.
2. Marcación de la Obra, el cual se evidencia en los reportes diarios.
3. Gestión Social abarcando temas como lo son Actas de Vecindad, Actas de Reunión y Autorización Escrita, Paz y Salvos y Seguridad Social.
4. Reportes diarios generados por parte de la Interventoría Tecniconrol y los Contratistas.
5. Informes de Obra Parciales e Informe de Obra Final con su respectiva Acta de Memoria de Cálculo y Soportes.
6. Bitácora de Obra.
7. As Built de la Obra.
8. Correos en los que se referencia al frente de Obra.
9. Certificado de materiales.

#### **9.4 Participación en Capacitaciones**

Promioriente con el fin de buscar nuevas técnicas asociadas a la Bioingeniería para dar estabilidad a las Obras Geotécnicas que se están ejecutando, ofreció una capacitación de revegetalización dirigida por el señor Ulises Cianci, Asesor Agroforestal – Bioingeniería del Sistema Vetiver. (*Ver fotografía N° 43*).



**Fotografía N° 55. Capacitación Pasto Vetiver**

**Fuente: Propia**

El Vetiver se caracteriza por desarrollar una raíz profunda que puede alcanzar hasta los 5 metros, formando de esta manera una barrea de raíces que permite estabilizar los suelos, puesto que posee la capacidad de amarrar el material a una profundidad de 1.5 metros. Este a su vez, puede adaptarse fácilmente al medio, siempre y cuando se tengan en cuenta los siguientes criterios:

- En verano se debe regar cada tres (3) días, los cuales veinte (20) riegos son suficientes.
- Donde se presente un cambio de clima transitorio, se debe regar cada cuatro (4) días, los cuales quince (15) riegos son suficientes.
- En invierno no es necesario realizar riego a la planta.

Cabe resaltar que se sugiere realizar riegos al Vetiver después de las 16:00 horas, que es cuando la planta tiene mayor capacidad para absorber la humedad.

Por otro lado, se recomienda sembrar Vetiver con macollas medianas, que es cuando su raíz alcanza los 20 centímetros, ya que si se siembra con la raíz mucho más grande, la planta se puede deshidratar fácilmente. Dicha planta puede adherirse al suelo hasta una altitud de 2500 metros.

Finalmente, para llevar a cabo las actividades de siembra, esta se debe plantar a 1 metro entre surcos, con una distancia entre plantas de 20 centímetros; de esta manera, se logra sembrar 5.5 haz por metro cuadrado.

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La Interventoría ha venido ejerciendo arduamente el uso de las especificaciones técnicas para el desarrollo de cada una de las actividades que comprende un proyecto; de esta manera, se garantiza calidad y seguridad en obra.
- Se recomienda a la Interventoría continúe haciendo uso de las especificaciones técnicas, como buena práctica de Ingeniería.
- Es importante llevar un control de obra para alcanzar los objetivos trazados por la empresa, es decir, que los tiempos de ejecución y entrega se lleven de acuerdo a la planeación de obra, puesto que es necesario llevar un control económico (costo), control de programación (tiempo) y un control de calidad.
- Se recomienda a los Inspectores de Interventoría estar al frente de cada obra, revisando las actividades ejecutadas por el contratista y siendo estrictos con la entrega de dichas tareas.
- Los imprevistos por más que se trate de que estos no sucedan siempre estarán allí, de modo que pueden ser fallas humanas o fallas técnicas de un proceso que teóricamente no tendría fallas; por ello, es importante llevar un seguimiento minucioso de las actividades de obra para así dar solución oportuna a dichas eventualidades.
- Se recomienda a Promioriente el tomar medidas de tener un Inspector que se encuentre el 100% al frente de aquellas obras que presenten actividades críticas.
- El llevar un registro de información de ejecución de las actividades de un proyecto permite hacer un monitoreo de la obra para su control y vigilancia; de

esta manera, los controles de interventoría son de suma importancia para dar cumplimiento a normas de calidad previamente estandarizadas, garantizando que la obra se desarrolle por medio de una gestión de calidad.

- Por medio del monitoreo que se hace a los reportes diarios se generan alertas tempranas; de modo que se obtiene un control de entrega de los reportes que deben generar los Inspectores de Interventoría y Contratistas, como evidencia de las actividades que se llevaron a cabo en un frente de obra.
- Debido al distanciamiento que hay entre cada obra, se recomienda a los Inspectores de Interventoría generar los reporte diarios de aquellas obras que tienen a su cargo mínimo dos veces por semana.
- Es indispensable el hacer un buen registro fotográfico de las tareas a las cuales se les quiere hacer un seguimiento, ya que esto es el aval del estado en el que se encuentra la obra.
- Se recomienda a los Inspectores y Contratistas tomar fotografías en ángulos que permitan obtener toda la información que se requiera para dar veracidad a lo expuesto en los informes diarios con su respectiva georreferencia.
- El Enterradero es una zona que posee problemas geológicos y geotécnicos de gran magnitud que necesitan ser mitigados por medio de obras de geotecnia que controlen las grietas y el movimiento del terreno, con el fin de proteger la integridad del gasoducto.
- Por medio del control de calidad que se ha llevado en la construcción de los caissons registrando el tipo de material proveniente de las excavaciones, se ha podido determinar si esta estructura ha quedado empotrada en terreno competente.

- Los ensayos de integridad de pilotes PIT permiten verificar la calidad de los caissons construidos al no detectarse anomalías o defectos estructurales; así como corroborar la longitud de estos.
- Se recomienda llenar el tubo que está quedando empotrado dentro de los caissons con concreto, previamente a la realización de las pruebas de integridad de pilotes PIT, de este modo se evita la generación de vibraciones en el tubo que perjudiquen la obtención de datos del ensayo.
- La herramienta PRIMANAGER de Bureau Veritas permite que el cliente obtenga información pertinente del Proyecto cada vez este quiera conocer el estado del mismo.
- Se recomienda a Tecnicontrol continuar haciendo uso del software para hacer entrega al cliente de la información del proyecto Promioriente de manera sistemática y metódica.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. N. d. Infraestructura, «ANI,» [En línea]. Available: <https://www.ani.gov.co/glosario/acta-de-vecindad>. [Último acceso: 2019].
- [2] Promioriente, Especificaciones Técnicas. Diseño de Obras geotécnicas para el control de erosión de los derechos de vía del Sistema de Gasoducto de Promioriente, Bucaramanga, 2017.
- [3] A. N. d. Infraestructura, «ANI,» [En línea]. Available: <https://www.ani.gov.co/glosario/acta-de-iniciacion>. [Último acceso: 2019].
- [4] Structuralia, Construcción de gasoductos de transporte, Madrid, 2016.
- [5] Construmática, «CONSTRUMÁTICA. Metaportal de Arquitectura. Ingeniería y Construcción,» [En línea]. Available: <https://www.construmatica.com>. [Último acceso: 13 Octubre 2019].
- [6] T. S.A., «Tecnicontrol UNA EMPRESA BUREA VERITAS,» [En línea]. Available: <http://portal.tc.com.co/tecnicontrol/>. [Último acceso: 13 Octubre 2019].
- [7] T. S.A., «Informe de Sostenibilidad 2010. Comunicación de Progreso,» Bogotá, 2010.
- [8] A. B. 31.8, Sistemas de Tubería para Transporte y Distribución de Gas, 1999.
- [9] M. I. González Sánchez, Análisis de Vulnerabilidad de Tuberías Sometidas a Deslizamientos, Bogotá, 2010.
- [10] P. A. Sarmiento Linares, Desarrollo y Análisis de Zonificación de Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa: Uso y Evaluación del Método Heurístico del Proceso de Análisis Jerárquico y Comparación de Criterios Adecuados, Bogotá D.C., 2017.
- [11] Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, Bogotá D.C., 2016.
- [12] J. D. Camacho Niño, Brindar apoyo a la administración de contratos de la gerencia de mantenimiento de Promioriente en sus labores operativas y administrativas para tener un control detallado de todos los contratos en ejecución en la planta palenque ubicada en girón, Bucaramanga, 2018.



- [13] «Promioriente,» [En línea]. Available: <http://www.promioriente.com/>. [Último acceso: 13 Octubre 2019].
- [14] C. Buenahora, E.D. Ingeotecnia, Asesoría Geotécnica, Proyecto Asesoría afectaciones del gasoducto Gibraltar – Bucaramanga, sector en enterradero PK 16+650, Bucaramanga, 2018.
- [15] A. D. Rodríguez Suárez, Uso de Caissons y Micropilotes para la Estabilización del Derecho De Vía del Gasoducto Gibraltar Bucaramanga de Promioriente en el PK 16+637, Silos Norte de Santander, Bucaramanga, 2019.
- [16] J. F. Caicedo Lemu, Gestión, calidad e interventoría en proyectos de construcción, Bogotá D.C, 2015.