

Desarrollo del diseño geotécnico de un puente vehicular aplicando enfoque ágil

Gustavo Adolfo Vargas Morantes, Jenny Viviana Barrera Conde

**Monografía Diplomado en Gestión Ágil para optar el título de Magister en Dirección y
Gestión de Proyectos**

Director

Juan Antonio Hernández Estrada

Doctorante en Gerencia de Proyectos

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Maestría en Dirección y Gestión de Proyectos

2025

Dedicatoria

A nuestras familias, que son el motor principal de nuestras vidas y por quienes nos esforzamos en ser mejores cada día. A nuestros hijos que son el pilar fundamental de nuestras vidas y por quienes queremos enseñarles con el ejemplo las herramientas para que sean mejores personas en el camino de sus vidas.

Agradecimientos

Agradecemos a nuestras familias por su apoyo, paciencia y comprensión en los tiempos de familia que hemos dedicado al estudio.

A la Universidad Santo Tomás que nos ha brindado un nuevo conocimiento que nutre nuestra carrera profesional y que nos ha dado opciones para culminar nuestros estudios de postgrado.

A los docentes que nos han acompañado en este proceso, principalmente a Juan Antonio Hernández y Dolly Smith Flórez que con sus valiosas asesorías y recomendaciones nos permitieron finalizar esta monografía.

Contenido

Introducción	9
1. Desarrollo del diseño geotécnico de un puente vehicular aplicando enfoque ágil	11
1.1 Contextualización del proyecto viabilizado	11
1.2 Análisis del caso de negocio	13
1.2.1 Estructuración equipo Scrum.....	14
1.3 Análisis de pila de producto de alto nivel (Product Backlog).....	15
1.3.1 Criterios de aceptación historias de usuario	18
1.4 Análisis de historia de usuario	21
1.5 Planeación de Sprint Cero	24
1.5.1 Sprint Review Sprint 0	26
1.5.2 Retrospectiva Sprint 0	26
1.6 Seguimiento y Control del Sprint del Proyecto.....	28
1.6.1 Burndown Chart Sprint 0.....	29
1.6.2 Indicadores de gestión.....	29
1.7 Prototipo de entregable.....	29
2. Conclusiones	31
3. Recomendaciones	31
Referencias.....	32

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Equipo scrum proyecto</i>	14
Tabla 2. <i>Análisis de pila de producto</i>	15
Tabla 3. <i>Priorización de historias de usuario</i>	17
Tabla 4. <i>Criterios de aceptación de las historias de usuario</i>	18
Tabla 5. <i>Planeación sprint cero</i>	24
Tabla 6. <i>Ejecución sprint cero – Daily Scrum</i>	25
Tabla 7. <i>Planeación seguimiento y control del sprint del proyecto</i>	28

Lista de figuras

Figura 1. <i>User story mapping</i>	22
Figura 2. <i>User story mapping</i>	22
Figura 3. <i>User story mapping</i>	23
Figura 4. <i>User story mapping</i>	23
Figura 5. <i>Gráfica Burdown Chart Sprint 0</i>	29
Figura 6. <i>Vista perfil cimentación puente vehicular Lagos de Torca</i>	30
Figura 7. <i>Vista inferior cimentación puente vehicular Lagos de Torca</i>	30
Figura 8. <i>Vista frontal cimentación profunda con pilotes de concreto puente vehicular Lagos de Torca</i>	30

Resumen

El *objetivo* de esta propuesta es contribuir en el desarrollo de los diseños geotécnicos del puente vehicular mixto en el proyecto “Lagos de Torca UF 5” en Bogotá implementando a través del marco ágil Scrum la ejecución de la etapa de diseño. La *problemática* se deriva de los tiempos extensos que tiene la etapa de diseños geotécnicos en la construcción de proyectos de infraestructura vial sin generarse entregas tempranas que contribuyan a la terminación adecuada de requisitos necesarios para iniciar la construcción de las obras públicas que mejoran la calidad de vida de los ciudadanos. El *método* está fundamentado en la guía scrum que es adaptable a este tipo de procesos y que emplea un enfoque iterativo e incremental para optimizar la previsibilidad y controlar el riesgo. Los *resultados* optimizar en tiempo y costo la etapa de diseños Geotécnicos, realizando entregas de valor tempranas, para entregar un diseño de mayor calidad durante el avance de cada sprint. Las *discusiones* se dan en términos de la gestión de proyectos y el empleo de metodologías tradicionales o de marcos de trabajos ágiles como Scrum y la pertinencia de abarcarlos en este tipo de proyectos.

Palabras clave: scrum, diseños, puentes, eficiencia, proyectos

Abstract

The *objective* of this proposal is to contribute to the development of the geotechnical designs of the mixed vehicular bridge in the “Lagos de Torca UF 5” project in Bogotá by implementing the execution of the design stage through the agile Scrum framework. The *problem* arises from the long times that the geotechnical design stage has in the construction of road infrastructure projects without generating early deliveries that contribute to the adequate completion of the requirements necessary to begin the construction of public works that improve the quality of life. of the citizens. The *method* is based on the scrum guide that is adaptable to this type of processes and that uses an iterative and incremental approach to optimize predictability and control risk. The *results* optimize the Geotechnical design stage in time and cost, making early value deliveries, to deliver a higher quality design during the progress of each sprint. The *discussions* take place in terms of project management and the use of traditional methodologies or agile work frameworks such as Scrum and the relevance of including them in this type of projects.

Keywords: scrum, designs, bridges, efficiency, projects

Introducción

Los proyectos de construcción de infraestructura como los puentes vehiculares vienen presentando una serie de inconvenientes que afectan la ejecución de este tipo de obras. Los aspectos más relevantes que han sido evaluados por la Cámara de la Infraestructura son: Insuficiencia de estudios y diseños de los proyectos y falta de la planeación de la infraestructura del uso de suelos y la infraestructura en general (Cámara Colombiana de la Infraestructura, 2010, p. 1).

Un antecedente relevante actual, se da en el marco de la alerta nacional sobre problemas en proyectos de infraestructura en Colombia, que realizó la Contraloría General de la República situación que afecta obras de acueductos, vías terciarias, puentes y sistemas de recaudo de peajes. Estas dificultades generan un impacto negativo en las comunidades que dependen de estas obras (Moreno, 2024).

El propósito de esta propuesta es realizar un aporte a una obra de infraestructura en la etapa de diseños geotécnicos del puente vehicular mixto en el proyecto “Lagos de Torca UF 5” implementando a través del marco ágil Scrum la ejecución de la etapa de diseño.

La ejecución de esta propuesta está fundamentada en la guía scrum que es adaptable a este tipo de procesos y que emplea un enfoque iterativo e incremental para optimizar la previsibilidad y controlar el riesgo. Scrum involucra a grupos de personas que colectivamente tienen todas las habilidades y experiencia para hacer el trabajo y compartir o adquirir tales habilidades según sea necesario (Schwaber y Sutherland, 2020, pp. 3-7).

En la parte inicial de esta propuesta de diseño de un puente vehicular aplicando enfoque ágil, se encuentra la contextualización del proyecto viabilizado donde se profundiza en la problemática a intervenir, posteriormente se realiza un análisis del caso de negocio que contiene

la justificación del proyecto, en la siguiente etapa se muestra la estructuración del equipo scrum donde se relacionan los roles y conformación del scrum team, el análisis de pila de producto de alto nivel (Product Backlog) que contiene los sprints y las actividades priorizadas para lograr el objetivo de la propuesta, los criterios de aceptación para las historias de usuario que contienen los requisitos con los que debe cumplir cada entregable para avanzar en cada uno de los Sprint planteados, y el análisis de historias de usuario se muestra la planeación de los sprint a través de un user history mapping aterrizado en un Trello para el seguimiento y control de las actividades, la planeación del sprint cero que contiene la programación de las actividades previas para iniciar la ejecución de los diseños, posteriormente se mostrará cómo se realiza la gestión y control de la propuesta. Finalmente se presenta un prototipo del entregable del diseño geotécnico del puente vehicular.

1. Desarrollo del diseño geotécnico de un puente vehicular aplicando enfoque ágil

1.1 Contextualización del proyecto viabilizado

Los proyectos de infraestructura enfocados en la construcción de obras de paso (puentes vehiculares), se ha incrementado en los últimos años. Esto se debe a dos importantes factores: incremento de la población, que conlleva a tener una mayor producción, necesitando más infraestructura para abastecer a los consumidores, y a los desastres naturales que afectan vías y puentes en el país (Departamento Nacional de Planeación, DNP, 2023, pp. 3-4).

Este tipo de proyectos se ejecutan haciendo uso de diferentes metodologías y marcos de trabajo, en su fase inicial para la formulación y obtención de capital, se usa la Metodología General Ajustada MGA con el fin de obtener los recursos de inversión de los presupuestos públicos. Contiene desde el momento en que se identifica una situación negativa experimentada por un determinado grupo de personas y una o más alternativas de solución, hasta la evaluación de la viabilidad técnica, social, ambiental, jurídica y financiera de cada una de dichas alternativas; lo cual permite elegir la alternativa más conveniente y programar el cumplimiento del objetivo general propuesto en términos de indicadores y metas (DNP, 2023, pp. 5-6).

Si bien los proyectos para la obtención de recursos públicos se realizan con una metodología específica en Colombia, para la ejecución de proyectos de este tipo el Estado Colombiano también se ha apalancado en empresas de construcción privadas para poder ser más eficiente en la ejecución de las obras, dada esta coyuntura las empresas a lo largo del tiempo han aplicado la guía del PMBOK por la completitud de los fundamentos, procesos y buenas prácticas que permiten garantizar al Estado la ejecución de los proyectos tanto en tiempo, costo y el alcance.

Se ha identificado que para iniciar la construcción de obras públicas el diseño Geotécnico es uno de los componentes más importantes porque permite conocer las características físicas y mecánicas, por tanto, se compone de un grupo de actividades que toman un tiempo importante aproximadamente 6 meses para garantizar la estabilidad y calidad de la obra. Así mismo es un prerequisite para iniciar los diseños estructurales y posteriormente la puesta en marcha de una unidad de construcción del puente vehicular.

El desafío se encuentra puntualmente en realizar una planeación eficiente, que cumpla con todos los requisitos y que a su vez permita entregar avances significativos en la construcción de obras públicas que mejoran la calidad de vida de la ciudadanía.

Para este caso en el microentorno se identifica la entidad que realizara la obra, la Constructora Conconcreto entidad con de 63 años de experiencia en el desarrollo, construcción, diseño y gerenciamiento de proyectos de infraestructura, edificaciones, vivienda entre otros; con altos estándares de calidad y eficiencia, en sectores como el aeroportuario, logístico, industrial, transporte entre otros (Conconcreto, 2024). El macroentorno para este caso refiere a los aspectos que impactan el proyecto por lo cual se contempla factores económicos, técnicos (clima, afectaciones geológicas y ambientales), sociales asociadas a temas de orden público, además de los costos de mantenimiento e inspección asociados con las estructuras.

Con respecto a los stakeholders se tienen a los proveedores (especialistas y profesionales), comunidad, autoridades, organizaciones civiles y fuerzas vivas del área de influencia de los proyectos Hacienda San Simón, Hacienda el Bosque (Amarilo), Fideicomiso de Lagos de Torca, Alcaldía Local de Suba, Constructora Amarilo, Constructora Conconcreto (consultor) Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), Secretaría Distrital de Movilidad (SDM), empresas de servicios públicos (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB, Empresa de Teléfonos de

Bogotá - ETB, Gas Natural y Enel Codensa y a los trabajadores de las empresas encargadas del proyecto (contratista e interventoría).

Este documento tiene como objetivo presentar una alternativa basada en el marco de trabajo ágil Scrum, para la etapa de diseños geotécnicos del puente vehicular mixto en el proyecto “Lagos de Torca UF 5” en la ciudad de Bogotá, que incluye a) el informe geotécnico de fundaciones, además de los anexos respectivos que soportan el diseño propuesto con el objetivo flexibilizar el proceso de consultoría, generando un entorno más colaborativo para que el proyecto se lleve a cabo de manera efectiva, sin retrasos, sin sobrecostos y deficiencias que se presentan frecuentemente en el campo de la construcción cuando se gestiona mediante metodologías tradicionales.

1.2 Análisis del caso de negocio

El uso de un marco de trabajo ágil con enfoque scrum para la ejecución de diseños geotécnicos, de una obra de infraestructura como lo es la construcción de un puente vehicular mixto en el proyecto “Lagos de Tocar UF5”, es una propuesta que busca generar mayor valor en la etapa de diseños, los cuales son prerrequisito para el inicio de la construcción de una obra. Con la entrega de requisitos o historias de usuarios priorizados en su correspondiente backlog y proyectados para ejecutarse en ciclos cortos, el equipo de trabajo scrum acompañados de los stakeholders en un proceso de constante retroalimentación en cada iteración, generan resultados incrementales que permiten optimizar los tiempos y los costos de este diseño.

1.2.1 Estructuración equipo Scrum

Los Scrum Teams son multifuncionales, lo que significa que los miembros tienen todas las habilidades necesarias para crear valor en cada Sprint. También se autogestionan, lo que significa que deciden internamente quién hace qué, cuándo y cómo (Schwaber y Sutherland, 2020, p. 5).

El Scrum Team está compuesto por tres roles fundamentales: El product Owner responsable de la gestión efectiva del product backlog, Scrum Máster es responsable de lograr la efectividad del Scrum Team. Lo hace apoyando al Scrum Team en la mejora de sus prácticas, dentro del marco de trabajo de Scrum. Y el Scrum Team convierte una selección del trabajo en un incremento de valor durante un Sprint (Schwaber y Sutherland, 2020, p. 5). Para este caso está compuesto por los profesionales y especialistas responsables de apoyar el proceso de levantamiento de información e insumos para la generación del diseño Geotécnico.

Tabla 1. *Equipo scrum proyecto*

Rol	Cargo Homólogo	Responsabilidad
Product Owner	Director de Obra Ingeniero Civil	Especifica el objetivo del producto. Definir backlog, priorizarlo y determinar criterios de aceptación. Establecer historias de usuario.
Scrum Máster	Coordinador de Estudio Ingeniero Vías y Transporte	Impulsa al equipo a autogestionarse. Remueve impedimentos Planea y ejecuta los eventos scrum Vela por mantener motivado al equipo.
Scrum Team	Equipo Diseñador Geotecnista Ingeniero Civil Auxilia de Ingeniería Geotecnista Junior Especialista en Geotecnia	Generan valor en cada sprint. Investigación y desarrollo de actividades. Relacionamiento con los stakeholders.

1.3 Análisis de pila de producto de alto nivel (Product Backlog)

El Product Backlog es una lista emergente y ordenada de lo que se necesita para mejorar el producto. Es la única fuente del trabajo realizado por el Scrum Team (Schwaber y Sutherland, 2020, p. 11).

Esta lista de necesidades del cliente tiene como propósito detallar los requisitos y actividades a desarrollar para la generación de productos de valor.

Se desarrolla el análisis de pila de producto de alto nivel el cual se presenta en la tabla 2, con la priorización del backlog.

Tabla 2. *Análisis de pila de producto*

Sprint	Objetivo Sprint	No.	Historia de Usuario	Descripción	Prioridad
1 Estudio geotécnico preliminar (Ingeniería conceptual o Fase 1. Prefactibilidad)	Se realiza un informe preliminar con la información existente para hacer un predimensionamiento y posible localización del puente	HU01	1. Determinar la ubicación y tipo de estructura	1.Revisión y análisis de información secundaria para definir la ubicación preliminar, posibles zonas de inundación o cauces alternos del cuerpo de agua afectado.	1
		HU02	2. Establecer un prediseño del sistema de suelo y cimentación del puente.	1. Planteamiento del nivel de cimentación preliminar a partir de la información existente. 2. Definición del tipo de cimentación preliminar con la información existente. 3. Definición e identificación de zonas de riesgo potencial de deslizamientos, aluviones o avalanchas pasadas y riesgo de ocurrencia de eventos futuros. 4. Identificación y caracterización de fallas geológicas y riesgos por asentamientos, movimientos de masas, movimientos sísmicos u otros eventos geotécnicos.	5

Sprint	Objetivo Sprint	No.	Historia de Usuario	Descripción	Prioridad		
2 Estudio geotécnico viabilizado (Ingeniería básica o fase 2. Factibilidad)	Detallar y elegir la opción más pertinente para realizar los diseños geotécnicos detallados.	HU03	3. Proponer dos alternativas de cimentación del puente	1.Planteamiento del tipo de cimentación a usarse (superficial, profunda o mixta). 2.Definición del nivel probable de cimentación. 3. Establecer un costo preliminar de las alternativas.	2		
		HU04	1. Definir las características actuales del terreno	1.Definición del plan de exploración del subsuelo 2. Ejecución de los ensayos de laboratorio a las muestras de suelo recuperadas 3. Recopilación de los parámetros de diseño a partir de los ensayos de laboratorio. 4. Realizar estudio topográfico que incluya levantamiento general de la zona del proyecto.	7		
		HU05	2. Determinar la ubicación y tipo de estructura viabilizada	1. Evaluar la capacidad admisible del suelo para la estructura a implementarse	9		
		HU06	3. Establecer un prediseño del sistema del suelo y cimentación del puente.	1. Definir la zona de ubicación del puente, estribos, apoyos y accesos (aproxos y terraplenes).	4		
		HU07	4. Seleccionar la alternativa más viable integralmente para la cimentación del puente.	1. Análisis integral de las alternativas y selección de la más viable	6		
		HU08	1.Determinar la ubicación y tipo de estructura final.	1. Definir la ubicación final y el tipo de cimentación final detallada.	10		
		HU09	2.Establecer el diseño final del sistema del suelo y cimentación del puente.	1. Definición de los parámetros requeridos para el diseño de los cimientos, como esfuerzos admisibles, asentamientos esperados, relaciones esfuerzo deformación de los materiales de soporte, tanto en dirección vertical como horizontal.	3		
		3 Estudio Geotécnico Final (Ingeniería de Detalle o Fase 3 Estudios y Diseños Definitivos)	Determinar las características definitivas del terreno, condiciones físicas y mecánicas del subsuelo				

Sprint	Objetivo Sprint	No.	Historia de Usuario	Descripción	Prioridad
		HU10	3.Complemento de ensayos y levantamiento topográfico detallado, plan de exploración de ensayos de laboratorio.	1. Complemento del estudio topográfico. 2. Complementar la exploración geotécnica mediante apiques o perforaciones en los sitios de construcción de los apoyos.	8
		HU11	4.Construcción informe final de diseño.	1. Elaboración del informe final del diseño que detalle de manera clara la solución planteada que permita su construcción.	11

Para definir la prioridad de las Historias de Usuario (HU) se empleó la técnica de Valor de Negocio Vs complejidad que corresponde a definir un valor de negocio en una escala de 1 a 10 definido por el Product Owner según su experiencia, donde 1 corresponde a las historias de usuario que le aportan menor valor y 10 a las de mayor valor. Adicionalmente se estiman la complejidad o esfuerzo mediante la asignación de Puntos de Historia para completar la historia, lo cual se define por el equipo.

Al final para cada historia de usuario se divide su Valor de Negocio por los Puntos de Usuario y esto arroja un Valor de Prioridad, el cual representa la relación entre lo que aporta al negocio y el costo en esfuerzo lo que se traduce en que se deben priorizar aquellas historias con mayor Valor de Prioridad.

Tabla 3. *Priorización de historias de usuario*

Historio de usuario	Valor de Negocio	Puntos de Historia	Valor de Prioridad
HU01	6	4	1,5
HU02	9	8	1,1
HU03	7	5	1,4
HU04	8	9	0,9
HU05	6	8	0,8
HU06	7	8	1,2

Historio de usuario	Valor de Negocio	Puntos de Historia	Valor de Prioridad
HU07	8	8	1,0
HU08	8	9	0,6
HU09	7	9	1,3
HU10	8	9	0,9
HU11	9	9	1,0

1.3.1 Criterios de aceptación historias de usuario

Definir los criterios de aceptación para cada una de las historias de usuario, garantiza que cada producto cumpla con los requisitos básicos a nivel legal y de funcionamiento que se esperan para avanzar en cada una de las fases de los proyectos.

Tabla 4. Criterios de aceptación de las historias de usuario

Id. HU	Rol	Características	Resultado	Criterio de Aceptación	Actividades
HU01	Especialista en Geotecnia Topógrafo	Determinar la ubicación y tipo de estructura.	Detalle de la localización general de terreno donde se requiere la implementación del puente vehicular, con el fin de establecer la longitud preliminar	Planos en planta y perfil que incluyan: 1. Detalle de la localización general y ubicación de la zona destinada para la construcción.	Elaborar un modelo digital de terreno
				2. Identificación del área (m2)	Definir el área total del levantamiento topográfico
				3. La pendiente longitudinal (%)	Establecer la pendiente longitudinal parcial y total
				4. Líneas de paramentos, árboles, taludes, márgenes del canal, cercas, torres de energía, postes, cajas, válvulas, bancas, alcantarillas y señales de tránsito.	Identificar en el plano con convenciones los paramentos, árboles, taludes, márgenes del canal, cercas, torres de energía, postes, cajas, válvulas, bancas, alcantarillas y señales de tránsito.

Id. HU	Rol	Características	Resultado	Criterio de Aceptación	Actividades
				5. Amarre a coordenadas geográficas IGAC.	Identificar para cada punto levantado las coordenadas geográficas
				6. Curvas de nivel cada metro.	Representar en el plano las curvas de nivel cada metro.
				7. Levantamiento por lo menos 300m antes y después del canal y 200m aguas arriba y aguas abajo del canal.	Describir de manera detallada los puntos, cantidades y muestras necesarias para la caracterización del terreno
HU02	Especialista en Geotecnia	Establecer un prediseño del sistema de suelo y cimentación del puente.	Definición de las cotas de fundación de las cimentaciones a implementar (superficial o profunda) dependiendo de las cargas y capacidad de soporte del terreno	Concepto con la definición de los parámetros de resistencia y compresibilidad	Elaborar concepto con la definición de los parámetros de diseño
HU03	Especialista en Geotecnia	Proponer dos alternativas de cimentación del puente	Generación de alternativas de cimentación del puente	Documento con el análisis general de dos alternativas con los costos, ventajas y desventajas	Desarrollar documento con el análisis general de las alternativas.
HU04	Especialista en Geotecnia	Definir las características actuales del terreno	Detalle de las condiciones del terreno donde se realizará el puente	Planos en planta y perfil con la información de topografía detallada	Elaborar planos en planta y perfil con la información topográfica detallada.
HU05	Especialista en Geotecnia	Determinar la ubicación y tipo de estructura viabilizada	Definición de la localización y el tipo de estructura recomendada	Esquema con la localización del puente y la cimentación recomendada	Generar un esquema con la localización del puente y la cimentación recomendada.
HU06	Especialista en Geotecnia	Establecer un prediseño del sistema del suelo y cimentación del puente.	Evaluar los parámetros geotécnicos para la generación del prediseño de la cimentación	Concepto con la definición de los parámetros de resistencia y compresibilidad	Definir los parámetros de diseño correspondientes a la resistencia y compresibilidad.
HU07	Especialista en Geotecnia	Seleccionar la alternativa más viable integralmente	Análisis integral de las 2 alternativas con la selección de la más conveniente	Documento con el análisis integral de dos alternativas con los costos,	Desarrollar documento con el análisis integral de las alternativas.

Id. HU	Rol	Características	Resultado	Criterio de Aceptación	Actividades
				muestras recuperadas que cumplen el plan de exploración definido.	proyectados esperados para la estructura prevista del puente
				4. Perfiles estratigráficos.	
				5. Selección y cálculo geotécnico del sistema de fundación siguiendo la metodología recomendada en el CCP-14.	
				6. Cálculos de la capacidad portante, siguiendo la metodología sugerida en el CCP-14.	
				7. Cálculos de asentamientos o desplazamientos de las fundaciones y de las estructuras en contacto con el terreno para cada uno de los casos de carga que establece el CCP-14	Describir detalles del proceso constructivo.
				8. Conclusiones y recomendaciones.	

1.4 Análisis de historia de usuario

Se presenta a continuación la representación generada por el software Trello para el seguimiento y control de las diferentes historias de usuario planteadas para el desarrollo del proyecto.

Figura 1. *User story mapping*



Figura 2. *User story mapping*



Figura 3. User story mapping

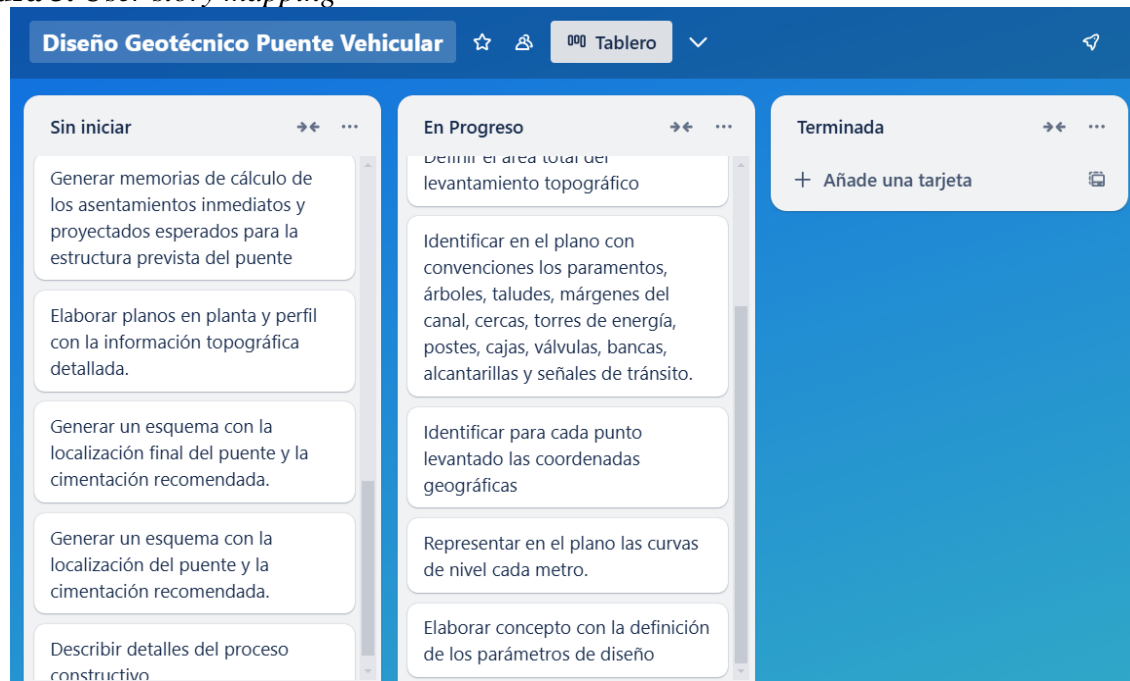


Figura 4. User story mapping



1.5 Planeación de Sprint Cero

En Scrum no se hace referencia explícita al Sprint 0. De hecho, el coautor Ken Schawber considera que es una mala denominación y que realmente se refiere a la planificación que se realiza de forma previa al primer Sprint (AgileScrum, 2022).

Dado lo anterior en este sprint se definirá la planeación de la etapa de diseño geotécnico del puente vehicular mixto en el proyecto “Lagos de Torca UF 5” en la ciudad de Bogotá, en la etapa previa a iniciar los diseños Geotécnicos se realiza un acercamiento a la zona del proyecto, contextualización de los aspectos generales del sector y se realiza una revisión o lisa de chequeo artefactos para constituir el acta de inicio del proyecto la cual es aprobada por la interventoría y radicada al espónsor o Director de proyecto que para este caso es el financiador del proyecto.

Tabla 5. *Planeación sprint cero*

Id. HU	Rol	Descripción	Actividades	Priorización
01	Director de proyecto	Conformación equipo de trabajo.	1.Contextualización de los aspectos generales del proyecto. 2.Asignación de responsabilidades de acuerdo con el rol. 3. Selección y contratación del personal que realizara los diseños.	1
HU02	Responsable de compras	Selección de posibles proveedores que realizaran trabajo de campo.	1.Generar un listado de proveedores para la ejecución de las actividades de campo.	3
HU03	Director de proyecto Profesional ambiental	Revisión de permisos de intervención en zonas protegidas ambiental o arqueológicamente.	1.Compilar requisitos técnicos para justificar la necesidad de intervenir zonas ambientales y arqueológicas protegidas para el desarrollo del proyecto.	4
HU04	Especialista en geotecnia	Definición de criterios generales de diseño.	1.Establecer y elegir los parámetros mínimos de abordaje para la definición del diseño.	5
HU05	Director de proyecto	Suscripción acta inicio del proyecto.	1.Consolidar la información contractual y presentarla al patrocinador para aprobación.	2

Tabla 6. *Ejecución sprint cero – Daily Scrum*

Día	Que hice ayer	Que hare hoy	Impedimentos
1		Sesión de inicio del proyecto donde se contextualizará al equipo scrum de los aspectos generales del proyecto. Se realizará la asignación de roles y responsabilidades en la construcción del diseño geotécnico. Se suscribirá el acta de inicio de proyecto.	
2-5	Se hizo la sesión de contextualización de los aspectos generales del proyecto. Se asignan los correspondientes roles y responsabilidades al equipo scrum Se suscribe el acta de inicio del proyecto.	Ejecutar el proceso de selección de hojas de vida de los profesionales y especialistas que realizaran las actividades de diseño.	
5-8	Se realiza análisis y preselección de hojas de vida.	Citar a entrevistas a los candidatos preseleccionados. Efectuar la búsqueda y consolidar un listado de los posibles proveedores que realizaran el trabajo de campo.	
8-11	Se convoca a los candidatos preseleccionados a entrevistas que se realizaran en los próximos 3 días.	Solicitar aprobación requisitos técnicos para intervenir zonas ambientales. Solicitar aprobación técnicos para intervenir zonas arqueológicas antes el instituto Colombiano de Antropología e Historia ICANH.	Se presentan atrasos en los tiempos de respuesta de la secretaria de Ambiente y el ICANH de 10 días hábiles.
11-14	Se realizan consultas con la Secretaría de Ambiente para verificar si arboles encontrados están protegidos o inventariados Se realiza consulta para solicitar revisión y autorización para la intervención al cauce de agua en Lagos de Torca. Se realiza consulta al ICANH para solicitar revisión y autorización a nivel arqueológico.	Se realiza la selección de los candidatos y se envía a aprobación para parte del patrocinador del proyecto.	
14-17	Se aprueba la contratación de los especialistas en diseño.	Convocar a los seleccionados para la firma del contrato.	Atraso en el proceso de firma de contrato por documentación pendiente de los seleccionados
17-20	Se solicita a los candidatos seleccionados completar información para realizar la firma del contrato.	Realizar seguimiento a la secretaria de Medio Ambiente e ICANH para entrega de aprobación de requisitos técnicos.	

Día	Que hice ayer	Que hare hoy	Impedimentos
20-23	Se reciben la aprobación de requisitos técnicos de la secretaria de ambiente e ICANH. Se recibe información por parte de los candidatos para iniciar proceso de contratación.	Convocar a los seleccionados para la firma del contrato. Realizar compilación de requisitos técnicos para justificar la necesidad de intervenir zonas ambientales y arqueológicas protegidas para el desarrollo del proyecto	
23-26	Se realiza la firma del contrato por parte de los diseñadores. Se realiza compilación de requisitos técnicos para intervenir zonas ambientales y arqueológicas.	Sesión con el equipo scrum para establecer y elegir los parámetros mínimos de abordaje para la definición del diseño.	
26-29	Se entrega documento con los parámetros mínimos de abordaje para la definición del diseño.		

1.5.1 Sprint Review Sprint 0

En el sprint review se encontraron algunas anomalías en la compilación de los requisitos técnicos solicitados a la Secretaría de Medio Ambiente y al Instituto Colombiano de Antropología e Historia, debido a que el Producto Owner uso una plantilla que no corresponde a la asignada por el equipo de interventoría. Dado lo anterior se tuvo que ubicar la plantilla de consolidación - formato de registro de compilación de requisitos técnicos correspondiente y repetir la sesión con el equipo scrum para establecer y elegir los parámetros mínimos de abordaje para la definición del diseño. Se realizó una sesión con el equipo de trabajo preliminar para retroalimentar sobre la ubicación del repositorio documental para evitar este tipo de situaciones en el desarrollo del diseño geotécnico

1.5.2 Retrospectiva Sprint 0

En la ejecución del sprint 0 se realizaron las actividades previas requeridas para ejecutar las actividades propias del diseño geotécnico del puente vehicular mixto en el proyecto “Lagos de Torca UF 5”.

En etapa se realizó la sesión de inicio y la correspondiente suscripción del acta de inicio, se asignaron las tareas correspondientes de los prerequisites necesarios para ejecutar los siguientes sprint. Con el equipo base se realizaron las tareas correspondientes de documentación técnica, selección de proveedores y diseñadores geotécnicos y finalmente se compilo toda la información de base prerequisite para iniciar el proceso de diseño en los sprint planeados. Estas actividades en cuanto a lo que se hizo bien.

En los ejercicios de retroalimentación el equipo requirió de refuerzos adicionales para comprender el marco de trabajo ágil scrum y las responsabilidades correspondientes a su rol.

Por mejorar en las lecciones aprendidas se documentó que:

1. Los tiempos estándar para la solicitud y entrega de los Vo. Bo de secretaria de Ambiente e ICANH es de 10 días hábiles hecho que no cambia por normativa de las entidades
2. Se requiere notificar a los preseleccionados a contratar desde el inicio que cumpla con toda la documentación para que la etapa de contratación sea más eficiente.
3. Ser más concretos y puntuales en la sesión de Daily scrum para evitar que se alargue y concentrarse en los compromisos puntuales. Si hay impedimentos citar sesiones adicionales y traer las conclusiones y soluciones pertinentes al Daily scrum.
4. Mejorar la comunicación y trabajo en equipo debido a que se presentó un reproceso en la compilación de documentos técnicos en formatos diferentes a los entregados por la interventoría.

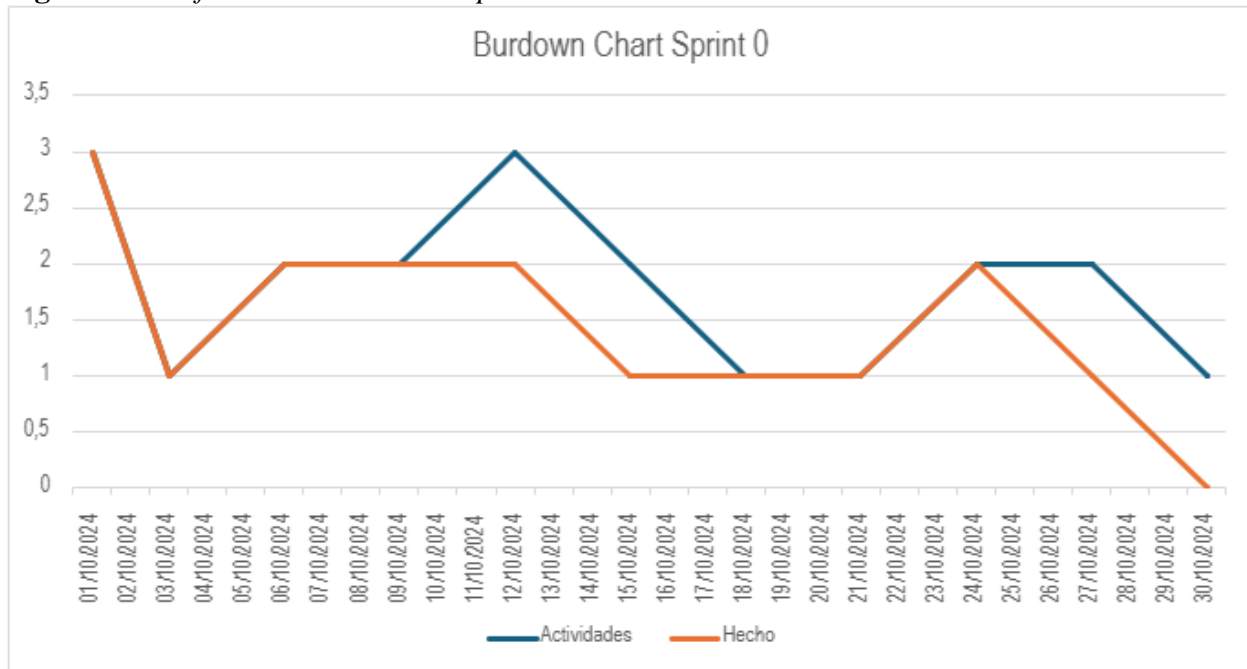
1.6 Seguimiento y Control del Sprint del Proyecto

Tabla 7. *Planeación seguimiento y control del sprint del proyecto*

Eventos Scrum	Duración	Sesiones	Objetivo	# Actividades	Producto	Responsables
Sprint Planing	2 semanas	6	Consolidar el equipo de trabajo scrum para la entrega del diseño geotécnico,	2	Conformar equipo scrum con los perfiles requeridos.	Product Owner Scrum Master
			establecer la hoja de ruta del plan de trabajo a seguir.		Priorización de product backlog.	Product Owner Scrum Master
Definición de Sprints	1 semanas	3	Del entregable inicial establecer los mínimos productos viables con sus respectivas actividades.	15	Sprint 1 Levantamiento Topográfico.	Product Owner Scrum Master Scrum Team
					Sprint 2 Entrega Diseño Geotécnico	Product Owner Scrum Master Scrum Team
Daily Scrum	10 semanas	50	Sesiones diarias de 15 minutos durante la duración de los 2 sprints definidos para conocer los impedimentos y buscar acciones correctivas para avanzar.	N/A	Remoción de impedimentos	Product Owner Scrum Master Scrum Team
Sprint Review	10 semanas	2	Revisión de los resultados del sprint entregado y la priorización de nuevas actividades que permiten mejorar la siguiente entrega o próximo sprint.	1	backlog priorizado para la siguiente iteración	Product Owner Scrum Master Scrum Team
Retrospectiva	10 semanas	2	Plan de mejora de las actividades a mejorar en el siguiente sprint	1	Lecciones aprendidas Plan de mejora	Product Owner Scrum Máster Scrum Team

1.6.1 Burndown Chart Sprint 0

Figura 5. Gráfica Burndown Chart Sprint 0



1.6.2 Indicadores de gestión

Al ser un proyecto de infraestructura a través de Project se realiza un control del avance revisando el porcentaje esperado de ejecución versus el planeado con el objetivo de identificar si se presentan desviaciones o si las actividades se están cumpliendo en las fechas determinadas.

El control del proyecto se realiza por el scrum máster, el product owner y se presenta a la interventoría cada 15 días, avances que son presentados a la junta directiva del proyecto.

1.7 Prototipo de entregable

El entregable del proyecto corresponde a un informe con planos de detalles y memorias de cálculo que soporten los parámetros geotécnicos de la cimentación del puente.

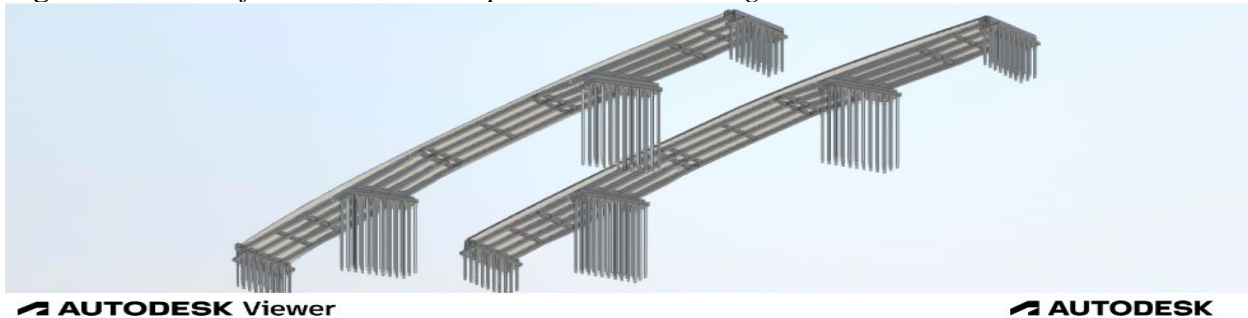
Se presenta el modelo en 3D de la solución prevista en el cual se aprecia la cimentación profunda recomendada.

Figura 6. *Vista perfil cimentación puente vehicular Lagos de Torca*



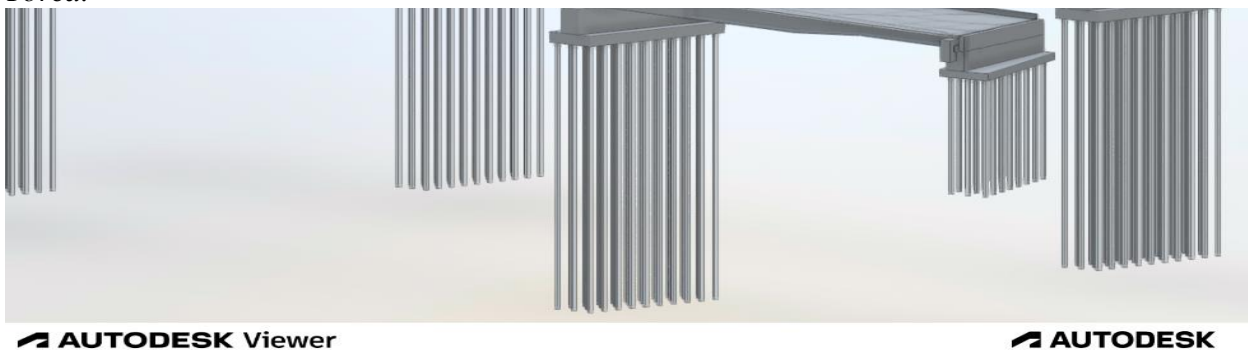
Tomado de Concreto (2024).

Figura 7. *Vista inferior cimentación puente vehicular Lagos de Torca*



Tomado de Concreto (2024).

Figura 8. *Vista frontal cimentación profunda con pilotes de concreto puente vehicular Lagos de Torca.*



Tomado de Concreto (2024).

2. Conclusiones

La integración de marcos de trabajo tradicionales y ágiles como Scrum en proyectos de infraestructura permite optimizar en tiempo y costo la etapa de diseños Geotécnicos, realizando entregas de valor tempranas, con entregables previos que permiten hacer un análisis de los resultados previos y retroalimentaciones que permiten entregar un diseño más robusto y de mayor calidad durante el avance de cada sprint.

El cambio de mindset y pasar de la forma tradicional como se hacen las cosas a adoptar el agilismo, requiere de un compromiso importante del scrum team para adoptar nuevas formas de trabajo y cumplir los objetivos planteados buscando la mejora continua.

El empleo de marcos de trabajos ágiles como Scrum en el desarrollo de este tipo de consultorías reduce el tiempo de ejecución de una manera significativa.

3. Recomendaciones

El marco de trabajo scrum tiene la flexibilidad para adaptarlo a los esquemas metodológicos existentes en proyectos de infraestructura. Se requiere que el líder del proyecto tome el riesgo de aplicarlo en otros procesos como el diseño estructural y ajustes de diseños para dar continuidad a la aplicación de este marco de trabajo.

Implementar de manera gradual las ceremonias de scrum en la ejecución del proyecto como el Daily Scrum y retrospectiva; ayuda a los equipos a adoptar el marco de trabajo Scrum evidenciando las ventajas de este tipo de reuniones.

Referencias

- AGILES SCRUM.CL (2022). *¿Qué es el sprint 0?*. Tomado de: <https://www.agilescrum.cl/post/qu%C3%A9-es-el-sprint-0>. Actualizado 21 de marzo de 2022.
- Cámara Colombiana de la Infraestructura (2010). *Los factores que afectan el buen desarrollo de las obras en el país*. Documento disponible en: Microsoft Word - PRENSA- FACTORES ATRASOS OBRAS-4 de feb 2010.doc.
- Concreto (2024). *Somos Concreto*. Tomado de: <https://concreto.com/nosotros/#nuestra-historia>.
- DNP Departamento Nacional de Planeación (2017). *Construcción de puentes vehiculares en vías secundarias o terciarias, Versión 2.0*. Documento disponible en: <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/puentes/PTpuentes.pdf>
- DNP Departamento Nacional de Planeación (2023). *Lineamientos conceptuales que soportan la Metodología General Ajustada para Colombia*. Documento disponible en: https://mgaayuda.dnp.gov.co/Recursos/Documento_conceptual_2023.pdf
- Instituto Nacional de Vías – INVÍAS (2014). *Norma Colombiana de Diseño de Puentes – CCP14*. Documento disponible en <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3709-norma-colombiana-de-diseno-de-puentes-ccp14>
- Moreno, C. (27 de noviembre de 2024). Contraloría General emitió una alerta nacional sobre los proyectos de infraestructura. *La República*. <https://www.larepublica.co/economia/contraloria-general-emitio-una-alerta-nacional-sobre-los-proyectos-de-infraestructura-4008610>

SBOK. (2013). Guía para el Cuerpo del Conocimiento de Scrum Guía SBOK. Avondale, Arizona: VMEdU. Inc.

SCRUMstudy. (2017). Una guía para el Cuerpo de Conocimiento de Scrum (Guía SBOK). Avondale, Arizona: SCRUMstudy

Schwaber K. y Sutherland J. (2020). *La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego*. Tomado de: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-Latin-South-American.pdf>.