

**Actividades a desarrollar en diseños de acueductos que funcionan por gravedad para
municipios pequeños por metodología ágil**

Cristian Rodríguez Rodríguez

Monografía Diplomado en Gestión Ágil para optar el título de Maestría en Dirección y

Gestión de Proyectos

Director

Juan Antonio Hernández Estrada

Phd (c) En gerencia de Proyectos

Codirector

Juan Fernando Guarín

Msc en ingeniería industrial

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

Ingeniería Telecomunicaciones

Maestría en Dirección y Gestión de Proyectos

2024

Dedicatoria

A mi esposa Jenny que con gran paciencia, apoyo, amor, esmero y cariño ha sido mi bastión en el trasiego de mi vida profesional, a mis hijas María José y Gabriela quienes son el motor de mi vida y por quienes lucho para propiciarles con el ejemplo y la disciplina, el amor por la academia. A mi padre y madre quienes forjaron en mí el espíritu de lucha y las ganas de salir adelante sin desfallecer en el intento.

Agradecimientos

Expreso mi más sentido agradecimiento a la universidad Santo Tomas por haberme proporcionado herramientas y conocimientos fundamentales de la maestría en dirección y gestión de proyectos. No solo recibí conocimientos técnicos sino también desarrollé habilidades blandas fundamentales en el mundo profesional. Aprendí que un proyecto crece en grupo y no es un logro individual sino colectivo.

Contenido

1. Introducción.....	6
2. Actividades a Desarrollar en Diseños de Acueductos Pequeños.....	7
2.1 Contextualización del Proyecto viabilizado.....	7
2.1.1 Microentorno	8
2.1.2 Macroentorno	8
2.2 Análisis del caso de negocio	9
2.2.1 Problema a resolver	10
2.2.2 Solución Propuesta	10
2.2.3 Ventajas.....	10
2.3 Análisis de pila de producto de alto nivel	10
2.3.1 Product Backlog	12
2.4 Análisis de historias de Usuario.....	12
2.4.1 Épica con Historias de Usuario.....	13
2.4.1.1 Historia de Usuario 1.....	13
2.4.1.2 Historia de Usuario 2.....	14
2.4.1.3 Historia de Usuario.....	15
2.5 Planeación de Sprint Cero.....	20
2.5.1 Sprint review:	21
2.5.2 Sprint Retrospective:.....	21
2.5.3 Daily Scrum:.....	21
2.6 Gestión y control del sprint del proyecto	21
2.6.1 Métricas clave para el control del Proyecto:	22

2.7 Prototipo de entregable	22
3. Conclusiones	22
4. Recomendaciones.....	23
Referencias.....	24

1.

1. Introducción

En la actualidad en las empresas de consultoría en ingeniería civil se realizan los diseños mediante metodologías predictivas en las que se realizan actividades de manera secuencial con entregables que sirven como insumo para las siguientes etapas de diseño.

En la presente monografía se presenta el caso de un modelo propuesto para gestionar el diseño de un acueducto para un municipio pequeño el cual consta de una estructura de captación, una aducción, desarenador y conducción en tubería hasta la planta de tratamiento, transportando agua de una fuente hídrica tipo río o quebrada. En el presente ejercicio académico me enfoco en el diseño de la captación por metodología ágil.

En este tipo de obras se realizan estudios técnicos como estudios de suelo, muestreos del lecho de la fuente y recorridos de obra verificando las condiciones de la zona de estudio.

Se estima que este diseño puede venir con la inclusión de un componente ágil en algunas de las etapas de diseños teniendo varios equipos SCRUM trabajando en paralelo para tener un producto que genere mayor rentabilidad en el menor tiempo teniendo buena interrelación con el cliente.

2. Actividades a Desarrollar en Diseños de Acueductos Pequeños

2.1 Contextualización del Proyecto viabilizado

El proyecto se trata del diseño de un acueducto pequeño desde su captación mediante una bocatoma en una fuente superficial (rio o quebrada) hasta su entrega final en la planta de tratamiento de agua potable.

Los elementos básicos que contiene el acueducto proyectado son:

Captación: Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento (RAS título B sistemas de acueducto pág. 462).

Bocatoma: Estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto (RAS título B sistemas de acueducto pág. 461). En nuestro caso se utiliza bocatoma y captación con el mismo significado debido a que se realiza en una fuente superficial.

Aducción: Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión (RAS título B sistemas de acueducto pág. 459). Esta tubería se encuentra ubicada entre la captación y el desarenador, puede funcionar a flujo libre o con tubería a presión.

Desarenador: Componente destinado a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación mecánica (RAS título B sistemas de acueducto pág. 463), es una estructura tipo tanque en concreto para nuestro ejercicio académico.

Conducción: Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión (RAS título B sistemas de acueducto pág. 463). Tubería ubicada entre el desarenador y la planta de tratamiento de agua potable, generalmente trabaja a presión.

A continuación, se presenta el esquema básico de un acueducto para un municipio pequeño en nuestro país. Ver Figura 1. Esquema de acueducto. *Cortesía de Google.*



Figura 1. Esquema de acueducto. Cortesía de Google.

Se realizará la división del proyecto en Sprints entregando tareas pequeñas con resultados incrementales en cada sprint, se va a ir ajustando el proyecto a medida que avance respondiendo a cambios y nuevas necesidades, el equipo de diseño trabaja de manera colaborativa, tomando decisiones y resolviendo problemas de forma autónoma.

Los entregables del diseño a realizar son planos de construcción, especificaciones técnicas de construcción y presupuesto, usando software especializado para diseño de acueductos.

2.1.1 Microentorno

Son aquellos elementos que se pueden controlar desde la empresa y pueden ser gestionados de manera directa, como la estructura del equipo de trabajo, cultura organizacional disponibilidad y materiales y costos.

2.1.2 Macroentorno

Factores externos de la organización que influyen en su funcionamiento sobre los cuales la empresa no tiene control, en el caso del presente proyecto los factores que pueden influir son el

crecimiento no proyectado de la población beneficiada, diferente a las proyecciones, cambios en las condiciones climáticas y proyecciones establecidas sobre todo en periodos de sequía prolongada porque habría escasez de agua y políticas gubernamentales.

Los Stakeholders para nuestro caso en estudio son el equipo de diseño junto con la entidad a la que pertenecen, la alcaldía o municipio, gobernación o ministerio como ordenadores del gasto, las autoridades locales y población del municipio.

Los objetivos de trabajar con esta metodología para el diseño de un acueducto son disminuir costos de diseño, mejorar eficiencia en entregas de diseño con la calidad requerida para el cliente y desarrollar habilidades para el equipo de diseño.

Por el conocimiento que tengo del mercado por ser especialista en este tema, en nuestro país este tipo de obras se diseña con metodologías netamente predictivas, debido a la alta competencia en empresas de ingeniería que trabajan en consultorías y diseños se requiere estar a la vanguardia con eficiencia y rentabilidad.

2.2 Análisis del caso de negocio

El proyecto busca optimizar el diseño y la implementación de este tipo de metodología para acueductos de municipios con población inferior a 50000 habitantes apoyado un marco ágil tipo SCRUM. Al dividir el proyecto en sprints y fomentar la interacción entre los diferentes profesionales que participen en el proyecto se espera reducir los tiempos de entrega, mejorar la calidad de los diseños y ser más eficientes en los recursos. Este enfoque ágil permitirá adaptarse a los cambios y necesidades físicas de cada comunidad, garantizando la sostenibilidad de este tipo de proyectos de abastecimiento de agua potable. Se busca mejorar el acceso al agua potable en zonas de población media contribuyendo al desarrollo sostenible.

2.2.1 Problema a resolver

La falta de acceso a agua potable de calidad en comunidades de nuestro país representa un grave problema de salud pública que limita el desarrollo de estas regiones. Los sistemas de acueductos municipales en la actualidad se deben adaptar a las nuevas necesidades de competitividad, con altos costos de mantenimiento y una limitada capacidad de adaptación a las cambiantes condiciones climáticas como consecuencia de los cambios estacionales que se están presentando con mayor frecuencia a nivel global, con periodos de lluvias fuertes y sequias más prolongadas.

2.2.2 Solución Propuesta

Se adopta una metodología ágil, dividiendo el proyecto en sprints cortos, iterativo e incrementales, dando una mayor flexibilidad y adaptación a los cambios.

Se utilizará software especializado de uso para los ingenieros civiles en diferentes especialidades y se busca realizar el diseño optimizado en el menor tiempo, cumpliendo las necesidades del cliente.

2.2.3 Ventajas

- Adaptabilidad y flexibilidad a los cambios.
- Producto con participación de equipos multidisciplinarios.
- Conocimiento profundo de principios de la hidráulica aplicados en el diseño, dando la mejor solución posible.
- Productos o entregables a satisfacción del cliente.

2.3 Análisis de pila de producto de alto nivel

El proyecto del diseño de acueducto en nuestro país se trabaja de manera predictiva en las empresas de consultoría y diseño, en nuestro caso en particular se planteó el diseño completo de

un acueducto desde su bocatoma hasta la planta de tratamiento como se muestra en Figura 2. Equipos Scrum, proyecto acueducto. En la presente monografía se proponen 3 equipos scrum con tareas específicas, las tareas de entrega pasan de un equipo a otro se realizan de manera vertical de arriba hacia abajo, teniendo en cuenta que los tiempos de entrega son muy cortos para ir armando el producto e incrementado sus entregables a medida que llegan insumos, el primer paso es la ubicación de 3 posibles sitios de captación y se va afinando el lugar con ayuda de geólogo y geotecnista, una vez se tengan los 3 sitios inmediatamente se le comunica al topógrafo el cual debe iniciar el levantamiento. Teniendo en cuenta la cota de socavación se le pasa este dato al geotecnista para el diseño de la cimentación. El hidráulico realiza un prediseño de la bocatoma, una vez se tenga este insumo, se le suministra al estructural para llevar a cabo el diseño. Teniendo en cuenta todos los prediseños se va armando el presupuesto preliminar y las especificaciones técnicas para construcción, en segundo sprint se realizan los diseños definitivos.

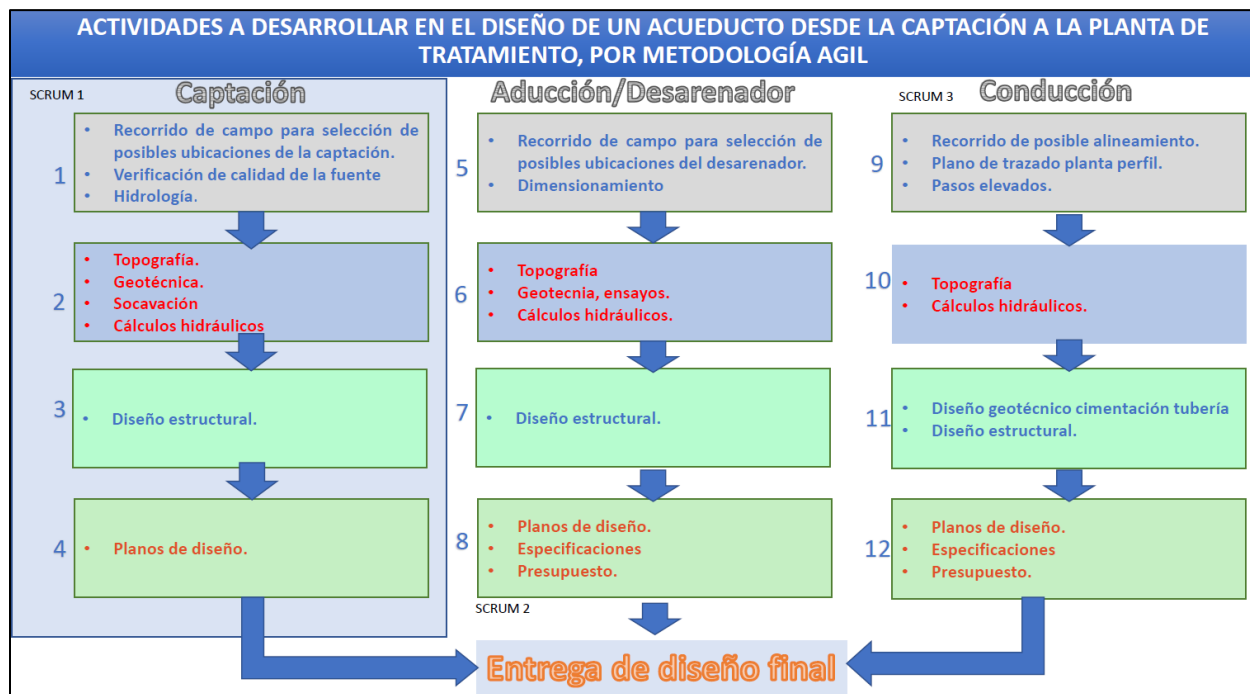


Figura 2. Equipos Scrum, proyecto acueducto

Como parte del ejercicio académico se realiza el primer sprint para el equipo1 scrum del componente de captación, el cual tiene las actividades de recorrido de campo para selección de posibles ubicaciones de la bocatoma o captación, verificación de calidad de la fuente e hidrología.

2.3.1 Product Backlog

La pila para el equipo SCRUM 1 para la estructura de captación es:

- Recorrido de la fuente.
- Determinación de posibles ubicaciones de la captación.
- Realizar la búsqueda de las estaciones meteorológicas cercanas a las posibles ubicaciones de la bocatoma.
- Realizar el estudio hidrológico de las fuentes.
- Verificar nombres ante el IDEAM y el IGAC.
- Definir el tipo de bocatoma según la fuente en estudio.
- Verificar marcas de agua de crecientes.
- Determinar el caudal de la fuente.
- Diseñar la cimentación.
- Realizar el levantamiento topográfico del sitio de la fuente.
- Realizar el diseño estructural.
- Realizar el documento de especificaciones técnicas.
- Realiza el presupuesto de la construcción de la bocatoma proyectada.

2.4 Análisis de historias de Usuario

A continuación, se proyecta el diseño de un acueducto con metodología ágil en formato de historias de usuario:

2.4.1 Épica con Historias de Usuario

Épica: Actividades desarrollar en diseños de acueductos para municipios pequeños

Título: Diseño de estructura de captación

Descripción: se requiere diseñar un acueducto que funcione por gravedad desde una fuente superficial tipo río quebrada desde su bocatoma o captación pasando por un mecanismo de desarenado y una conducción en tubería en polietileno de alta densidad que se adapte a las condiciones del terreno, entregando a la planta de tratamiento de agua potable, cumpliendo con los estándares de calidad establecidos por la legislación colombiana, asegurando la sostenibilidad del recurso hídrico a largo plazo.

2.4.1.1 Historia de Usuario 1

ID: HU-001

Título: diseñar la estructura de captación para un acueducto que funcione por gravedad

Descripción:

Como: Con la ayuda de un ingeniero civil especialista en recursos hidráulicos que proyecta la estructura, un ingeniero estructural e ingeniero geotecnista.

Quiero: diseñar una estructura de captación resistente a las crecientes súbitas y flujos concentrados que soporte adecuadamente Según norma NSR 10.

Para: garantizar la durabilidad y seguridad de la estructura

Criterios de Aceptación:

- La estructura debe cumplir con las normas sismorresistentes NSR-10.
- Cumple con normatividad RAS 2010.
- Los materiales utilizados deben ser de alta calidad y resistentes a la corrosión.
- El diseño debe considerar un margen de seguridad para futuros eventos extremos.

- Se debe realizar un análisis de riesgo estructural.
- No tiene observaciones de la interventoría de diseño
- Proyectar un horizonte de diseño de 25 años
- Proyectar el crecimiento de población para 25 años

Definición de Hecho:

- Los planos de la estructura de captación han sido aprobados por el municipio y viabilizados ante el MVCT.
- Se cuenta con los permisos de construcción y se ha generado un presupuesto detallado para su ejecución.
- Se cuenta con permiso de la entidad ambiental
- Plano de construcción de la bocatoma
- Especificaciones técnicas
- Presupuesto de construcción según región
- Ubicación de la captación en coordenadas magna sirgas

2.4.1.2 Historia de Usuario 2

ID: HU-002

Título: diseño aducción y Desarenador

Descripción:

Como: Con la ayuda de un ingeniero civil especialista en recursos hidráulicos que proporciona las dimensiones, un ingeniero estructural e ingeniero geotecnista.

Quiero: diseñar una aducción entre la captación y el desarenador con caudal suficiente para alimentar a la población y un desarenador que tenga capacidad de remover las partículas pequeñas de arena que afecten la tubería internamente.

Para: garantizar la integridad y durabilidad de la tubería y una estructura de desarenación estable.

Criterios de Aceptación:

- La estructura debe cumplir con las normas sismorresistentes NSR-10
- Cumple con normatividad RAS 2010
- Planos de diseño para construcción sin observaciones de interventoría de diseño
- Ubicación de las estructuras en coordenadas de origen magna sirgas

Definición de Hecho:

- Los planos de la estructura de captación han sido aprobados por el municipio y viabilizados ante el MVCT.
- Se cuenta con los permisos de construcción y se ha generado un presupuesto detallado para su ejecución.
- Se cuenta con permiso de la entidad ambiental
- Plano de construcción de la bocatoma
- Especificaciones técnicas
- Presupuesto de construcción según región
- Ubicación de la captación en coordenadas magna sirgas

2.4.1.3 Historia de Usuario

ID: HU-003

Título: diseño conducción

Como: Con la ayuda de un ingeniero civil especialista en recursos hidráulicos que proporciona las dimensiones, un ingeniero estructural e ingeniero geotecnista que dan estabilidad a la tubería.

Quiero: diseñar una conducción estable con facilidad de acceso ubicada en sectores que cumpla normatividad RAS 2010.

Para: suministrar agua potable al municipio

Criterios de Aceptación:

- La conducción es estable
- Cumple con normatividad RAS 2010
- Planos de diseño para construcción sin observaciones de interventoría de diseño
- Localización del trazado en coordenadas de origen magna sirgas

Definición de Hecho:

- Los planos de trazado han sido aprobados por el municipio y viabilizados ante el MVCT.
- Se cuenta con los permisos de construcción y se ha generado un presupuesto detallado para su ejecución
- Tiene derecho de servidumbre en toda su longitud
- Se cuenta con permiso de la entidad ambiental
- Especificaciones técnicas
- Presupuesto de construcción según región
- Ubicación de la estructura en coordenadas magna sirgas

Para un diseño completo y en las tablas 1 y 2 se detalla el procedimiento paso a paso para la estructura de captación:

En el primer sprint se realiza un recorrido por parte del especialista hidráulico dando alternativas de posibles ubicaciones de la bocatoma, posteriormente en un segundo sprint con

ayuda de un geólogo y un geotecnista se define la ubicación exacta cumpliendo normatividad. El segundo sprint no se realiza en el presente documento debido a que el ejercicio académico consta de un primer sprint. Ver Tabla 1. Rol y características técnicas del diseño de captación; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Posteriormente se realiza un desglose de las actividades a desarrollar en diseño de la captación como se puede ver en la **Tabla 2. Desglose de actividades.**

Para la clasificación de las historias de usuario la que mayor relevancia tiene es la visita del especialista hidráulico al sector de ubicación de la bocatoma debido a que es un experto conocedor del tema y puede plantear alternativas de ubicación, a esta historia de usuario se le da un valor de 5 siendo este el máximo valor del ejercicio académico, en un segundo orden de priorización estaría el esquema preliminar de ubicación que depende de las condiciones elegidas para emplazar la estructura a esta historia se le asigna un valor de 3 y en tercer lugar con 2 puntos estaría la caracterización del tipo de cuenca debido a que la hidrología no va a cambiar, y no afecta en gran medida la ubicación.

Tabla 1. Rol y características técnicas del diseño de captación

id	Rol	Características / Funcionalidad	Razón / Resultado	Criterio de Aceptación
01	Especialista hidráulico	Recorrido de campo para elegir la fuente de suministro de los posibles sitios de la captación y calidad de la misma	Descripción completa de la fuente de abastecimiento cumpliendo normatividad. Posibles ubicaciones de la captación	La captación debe cumplir con el RAS reglamento de aguas y saneamiento título B y resolución 0330 de 2017 del ministerio de vivienda, ciudad y territorio que describe los siguientes parámetros: • Ubicación de la bocatoma en sitio estable. • Ubicación en un tramo recto en el río. • Cumplir con la calidad de agua para consumo humano establecido en el artículo 38 del decreto 1541 de 1978. • La fuente debe ser continua según lo indica la normatividad. • Estimar el caudal mínimo y el caudal ecológico. • Condiciones geológicas según lo establecido en el literal B.3.1.5 del RAS.
02	Especialista hidráulico / ingeniero junior	Esquema de ubicación	Realizar un esquema de la ubicación de la fuente, en plano y ubicación espacial en el país, departamento y municipio	El esquema de diseño y predimensionamiento deben tener las siguientes características según Normatividad RAS título B y resolución 0330 de 2017 del ministerio de vivienda, ciudad y territorio: • Ubicación del cauce en coordenadas magna sirgas • Nombre de la fuente según registro IDEAM. • Definición de captación según normatividad RAS capítulo 2.
03	Hidrólogo	Caracterización del tipo de cuenca, su	Informe hidrológico, donde se realice una	La hidrología debe cumplir con las siguientes características según normatividad RAS título B y

id	Rol	Características / Funcionalidad	Razón / Resultado	Criterio de Aceptación
		vulnerabilidad, periodos de sequía, niveles cotas de elevación.	completa descripción de la fuente indicando los periodos de invierno sequía, climatología y tipo de cuenca.	resolución 0330 de 2017 del ministerio de vivienda, ciudad y territorio: • Verificar estudios previos en la zona de captación en el municipio. • Determinar periodos de lluvia y sequía, de acuerdo con las estaciones meteorológicas certificadas por el IDEAM cercanas a la captación. • Determinar intensidad de temperaturas máximas medias y mínimas. • Determinar épocas de creciente, con base en estaciones limnimétricas.
04	Topógrafo y comisión topográfica	Topógrafo	Realizar la topografía, con coordenadas del sitio y sacar perfiles longitudinales y transversales de la ubicación	El sistema de coordenadas de estar referenciado en coordenadas magna sirgas origen Bogotá. • Se debe realizar un mallado del cauce 4 veces el ancho de la fuente aguas arriba y 6 veces el ancho de la fuente aguas abajo en el sitio de ubicación de la bocatoma. • Se deben tomar las márgenes del rio en el sector de la bocatoma 10 m en la margen izquierda y 10m en la margen derecha. • Entregar datos crudos de la estación. • Entregar carteras digitales de la estación. • NO se acepta topografía con drone.
05	Geotecnista /Geólogo	Geotecnia	Realizar el estudio del cauce mirando fallas y accidentes geológicos del sitio de la implantación	• El sistema de coordenadas de estar referenciado en coordenadas magna sirgas origen Bogotá. • Se debe realizar un mallado del cauce 4 veces el ancho de la fuente aguas arriba y 6 veces el ancho de la fuente aguas abajo en el sitio de ubicación de la bocatoma. • Se deben tomar las márgenes del rio en el sector de la bocatoma 10 m en la margen izquierda y 10m en la margen derecha. • Entregar datos crudos de la estación. • Entregar carteras digitales de la estación. • NO se acepta topografía con drone. • Presentación de planos en DWG y civil 3d • Generación de curvas de nivel cada 0.5m
06	Especialista hidráulico/Ingeniero de diseño	Socavación Cálculos hidráulicos	Realizar la profundidad de cimentación de la estructura, evitando socavación de fondo y cálculo de empuje del agua sobre la estructura	• Cálculo de la profundidad de cimentación con Hec ras versión 5.0. • Cálculo de socavación local con un periodo de retorno de 20 años según normatividad RAS capítulo B.
07	Ingeniero estructural	Diseño de refuerzo de estructura de captación	Realizar el diseño de la estructura en concreto reforzado de 4500 psi	• Realizar el diseño cumpliendo el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.
08	Dibujantes de ingeniería	Planos de diseño	Entrega de paquete de planos para construcción con notas y firmas de los diseñadores.	• Planos dwg y civil 3d digitales, para construcción.
09	Especialistas del proyecto	Especificaciones constructivas	Entrega de procedimiento constructivo incluyendo ensayos de laboratorio a realizar	• Especificaciones técnicas redactadas en normas Icontec,
10	Ingeniero de presupuestos	Presupuesto de construcción	Se debe construir el presupuesto estimado para la construcción	• Estimar el presupuesto de la construcción de la bocatoma con precios de la zona teniendo en cuenta los desplazamientos y las tablas de precios y trasiego de la gobernación y alcaldía de los municipios

Tabla 2. Desglose de actividades

Id	Rol	Características / Funcionalidad	Razón / Resultado	Desglose de Actividades que se deben desarrollar
01	Especialista hidráulico	Recorrido de campo para elegir la fuente de suministro de los posibles sitios de la captación y calidad de la misma	Descripción completa de la fuente de abastecimiento cumpliendo normatividad. Posibles ubicaciones de la captación	- Realizar un recorrido por parte del especialista en compañía del baquiano por el río y sus márgenes verificando lugares de ubicación de la bocatoma, morfología de la fuente. Se recorre un sector de un kilómetro donde tenga cabeza de energía para que el sistema funcione por gravedad si se no se ubica un sitio adecuado por parte de especialista, se debe ampliar el recorrido. - Tomar coordenadas de las posibles ubicaciones de la fuente. - Por parte del experto en el recorrido debe verificar en lo posible que el tramo de construcción de la captación sea recto, de lo contrario ubicarlo en una curva externa y estable ojalá con control geológico (terreno rocoso). Realizar toma de muestras de calidad del agua, turbidez, PH, conductividad, dureza, coliformes totales y fecales. (contrato de laboratorio acreditado). - Verificar que los sectores elegidos no tengan la posibilidad de cambiar de curso. - En la visita se debe realizar se deben verificar marcas de agua que demuestren la permanencia de la fuente, su altura en crecientes y sus caudales mínimos, apoyados en habitantes de la zona. - Verificar mapas geológicos de la zona en estudio.
02	Especialista hidráulico / ingeniero junior	Esquema de ubicación	Realizar un esquema de la ubicación de la fuente, en plano y ubicación espacial en el país, departamento y municipio	- Se debe realizar un plano de ubicación, donde se observe la fuente con su nombre, extractado de una plancha IGAC, mostrando secuencialmente en la misma imagen el país, departamento y municipio. - El sitio de la captación debe estar en coordenadas magna sirgas, se debe transformar del sistema de coordenadas usado para la toma de coordenadas con navegador manual. - Con las coordenadas se debe acudir a buscar la fuente en la página del IDEAM o en su defecto en la página del IGAC. - Según la morfología del cauce el especialista hidráulico presenta la alternativa del tipo de bocatoma.
03	Hidrólogo	Caracterización del tipo de cuenca, su vulnerabilidad, periodos de sequía, niveles cotas de elevación.	Informe hidrológico, donde se realice una completa descripción de la fuente indicando los periodos de invierno sequía, climatología y tipo de cuenca.	- El hidrólogo debe definir el tipo de la cuenca y su morfología. - Se debe verificar en el municipio que estudios hay sobre la fuente elegida. - Realizar la búsqueda de estaciones meteorológicas más cercanas a la captación y elegir las estaciones que representen mejor las condiciones de lluvia de la zona, se debe estimar los periodos de lluvia y sequía en el sector. - En el IDEAM se debe verificar la información meteorológica de temperatura y clima reportada por las estaciones cercanas a la captación. - Verificar si en el cauce hay limnímetros que den el caudal o fuentes certificadas como parques naturales que realizan aforos o mediciones de los cauces.
04	Topógrafo comisión topográfica	y Topógrafo	Realizar la topografía, con coordenadas del sitio y sacar perfiles longitudinales y transversales de la ubicación	- La comisión topográfica debe llegar al sitio 3 días después del recorrido del ingeniero especialista hidráulico para que este le indique el sitio donde se debe realizar el levantamiento topográfico. - Se deben tomar dos puntos GPS con equipo de alta precisión ubicándolos con coordenadas, los cuales deben ser dos mojones de 40 cm * 40 cm y una profundidad de 80 cm con una placa en su superficie y coordenadas.

Id	Rol	Características / Funcionalidad	Razón / Resultado	Desglose de Actividades que se deben desarrollar
				Se debe hacer el amarre de la topografía a los mojones dejándolos 2 horas recibiendo información de estaciones del IGAC, en lugares que sean perecederos en el tiempo. Con una precisión de 1:3500
05	Geotecnista /Geólogo	Geotecnia	Realizar el estudio del cauce mirando fallas y accidentes geológicos del sitio de la implantación	- Teniendo la información de la cota de socavación, el empuje del agua sobre la estructura, se va avanzando en la cimentación teniendo en cuenta la socavación local y la socavación general. - Se programan estudios de suelos inmediatamente el especialista hidráulico tenga elegida la fuente, si no se puede construir en el sitio elegido se reevalúa el sitio con el hidráulico.
06	Especialista hidráulico(hidráulico)/Ingeniero de diseño	Socavación Cálculos hidráulicos	Realizar la profundidad de cimentación de la estructura, evitando socavación de fondo y cálculo de empuje del agua sobre la estructura	Inmediatamente se tenga la cota de socavación y los estudios de suelo por lo menos de la primera perforación, se va estimando la profundidad y el tipo de cimentación
07	Ingeniero estructural	Diseño de refuerzo de estructura de captación	Realizar el diseño de la estructura en concreto reforzado de 4500 psi	El hidráulico prediseña la forma de la estructura, el geotecnista da el tipo de suelo y la capacidad portante y el estructural diseña el refuerzo de la estructura según NSR 2010.
08	Dibujantes de ingeniería	Planos de diseño	Entrega de paquete de planos para construcción con notas y firmas de los diseñadores.	Van armando los planos acordes le suministren la información desde las diferentes áreas
09	Especialistas del proyecto/ingeniero de diseño	Especificaciones constructivas	Entrega de procedimiento constructivo incluyendo ensayos de laboratorio a realizar	Un ingeniero de diseño va recibiendo los diseños y va armando las especificaciones y el procedimiento constructivo apoyado en los especialistas
10	Ingeniero de presupuestos	Presupuesto de construcción	Se debe construir el presupuesto estimado para la construcción	Con los diseños realizados, se debe ir armando el presupuesto para la construcción. Debe tener en cuenta la ubicación, transporte al sitio de la captación, debe tener nota que el presupuesto se ajusta cada año según incremento del IPC

2.5 Planeación de Sprint Cero

Para la ubicación de la captación se estima sprints de 2 semanas de duración en el que inicialmente se realiza un recorrido de campo verificando posibles sitios que cumplan las características adecuadas para su construcción a futuro, en un segundo sprint se realizará la ubicación con mayor detalle en una interacción interdisciplinaria apoya de en el área de geología, geotecnia e hidrología.

2.5.1 Sprint review:

En el sprint review se realizará con todos los miembros del equipo al final del primer sprint presentando los resultados al cliente y recibiendo los aportes que se tengan al producto. Durante la revisión, el equipo y los interesados revisaran lo logrado en el Sprint y discutiendo posibles cambios. Esta sesión de trabajo permite ajustar el Product Backlog para satisfacer nuevas oportunidades y colaborar en lo que se debe hacer a continuación. La Sprint Review dura un máximo de 2 horas.

2.5.2 Sprint Retrospective:

El Sprint Retrospective es una sesión en la cual el Scrum Team reflexiona sobre el último Sprint y planea opciones de mejora. En esta reunión, se revisan las interacciones entre los miembros del equipo, los procesos y las herramientas, identificando fallas tenidas en el sprint. La duración de la Sprint Retrospective no debe exceder las tres horas.

2.5.3 Daily Scrum:

Se determinan reuniones diarias con todos los miembros del equipo, en este caso los que se encuentran en visita de campo se reúnen por teams, esta revisión se debe realizar a primera hora de la mañana dedicando exclusivamente esta reunión a temas de proyecto esta reunión tiene una duración de 20 minutos. Se revisan las tareas a ejecutar en el día y se realicen ajustes necesarios.

2.6 Gestión y control del sprint del proyecto

Planificación Detallada: Crear un plan de sprint detallado que incluya todas las tareas, dependencias y estimaciones de tiempo.

Comunicación Constante: Mantener una comunicación abierta y transparente entre todos los miembros del equipo y los stakeholders.

Adaptabilidad: Estar dispuestos a ajustar el plan si es necesario para responder a los cambios.

Herramientas de Colaboración: Utilizar herramientas como Trello, Asana o Jira para gestionar las tareas y compartir información.

2.6.1 Métricas clave para el control del Proyecto:

Velocidad del Equipo: La cantidad de trabajo que el equipo puede completar en un sprint.

Porcentaje de Tareas Completadas: El porcentaje de tareas completadas según lo planificado.

Calidad del Incremento: La conformidad del incremento con los criterios de aceptación.

Cumplimiento de Plazos: La capacidad del equipo para entregar el incremento a tiempo.

2.7 Prototipo de entregable

Al final del primer sprint se debe presentar una hidrología básica con las estaciones hidrometeorológicas cercanas, se deben dar mínimo tres ubicaciones posibles en un plano georeferenciado con definición del cauce un completo registro fotográfico con 5 fotos por cada sitio.

3. Conclusiones

Para proyectos de diseño y consultorías de infraestructura particularmente en el caso del diseño de un acueducto, se encuentra que la combinación entre metodologías ágiles y predictivas se pueden integrar dentro del mismo proyecto.

Algunas de las actividades se desarrollan con gran facilidad con un marco de trabajo ágil.

La interacción diaria del equipo mejora la calidad de los productos o entregables porque se detectan los errores más rápido evitando reprocesos.

4. Recomendaciones

Se sugiere que la implementación del marco híbrido no sea de manera impositiva y debe ser gradual y contar con el apoyo de los directores de proyecto, iniciando con proyectos piloto fáciles de entender para la compañía.

Se debe tener una capacitación en scrum para todos los miembros del equipo apoyados en alguien con bastante experiencia y conocimiento en este marco de trabajo.

Se deben tomar los tiempos utilizados en la generación del producto final para verificar la eficacia del marco de trabajo comparándolo con metodologías estrictamente predictivas.

Referencias

- Lopez R. (2010). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados* (6ª ed.). Bogotá, Colombia. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, viceministerio de aguas y saneamiento básico. (2010). *Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS. Título B Sistemas de acueducto*. Bogotá, Colombia: Ministerio de vivienda, ciudad y territorio.
- Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. (2010). *Reglamento colombiano de construcción sismoresistente NSR-10*. Bogotá, Colombia. Ministerio de vivienda, ciudad y territorio.
- Murcia, E. A., & Tabares, J. I. (2022). *Diseño de una guía para la elección del Sistema de Información Integrado - ERP en Pymes, bajo el marco de trabajo Scrum* [Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Dirección y Gestión de Proyectos]. Universidad Santo Tomás, Bucaramanga.
- Quintero Hernández, H. K. & Cortés Panchano J. A. (2023). *Formulación de un plan de implementación de una oficina de gestión de proyectos en la empresa CIMOL SAS bajo el marco de trabajo SCRUM* [Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Dirección y Gestión de Proyectos]. Universidad Santo Tomás, Bucaramanga.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *La guía definitiva de Scrum: las reglas del juego*. [Plataforma en línea]