

# Propuesta para evaluar la Viabilidad y la Funcionalidad del Sistema de Monitoreo Remoto Automatizado del Flujo y de la Composición del Gas en Campo de Pozos de Biogás

Vertedero de Chiquita Canyon  
Castaic, California  
Centro de SCAQMD No. 119219

Waste Connections  
29201 Henry Mayo Drive  
Castaic, CA 91384

## **Presentado a:**

Distrito de Gestión de la Calidad del Aire de la Costa Sur  
21865 Copley Drive  
Diamond Bar, CA 91765  
909-396-2000

**SCS ENGINEERS**

01204123.21-13 | 29 de agosto de 2025

15521 Midlothian Turnpike, Suite 305  
Midlothian, VA 23113  
804-378-7440

## Tabla de Contenido

Sección	Página
Introducción .....	1
Equipos Instalados del Sistema de Monitoreo Remoto .....	3
Estudio de Viabilidad Piloto que Evalúa la Instrumentación, los Equipos y los Controles del Flujo y de la Composición del Gas del RMS .....	3
Evaluación de la Viabilidad Técnica de la Instalación y la Funcionalidad de los Instrumentos y Equipos del Flujo y de la Composición del Gas del RMS .....	4
Medición del Índice de Flujo .....	4
Medición de la Composición del Gas.....	5
Dispositivo IIoT Industrial y Tarjetas de Entrada Remota .....	5
Sistema de Energía Solar .....	5
Evaluación del Desempeño, la Viabilidad y la Confiabilidad de los Instrumentos Bajo Condiciones Variables de la Zona Reactiva .....	5
Ubicación y Criterios para la Selección de los Pozos .....	6
Validación de los Datos Recibidos del RMS.....	6
Evaluación de la Futura Implementación del RMS.....	6
Programa del Estudio de Viabilidad Piloto .....	7

## INTRODUCCIÓN

Chiquita Canyon, LLC (Chiquita) opera un centro de disposición de desechos de vertederos de desechos sólidos municipales (MSW)/desechos sólidos ubicado en Castaic, California, en el Distrito de Gestión de la Calidad del Aire de la Costa Sur (SCAQMD) Centro No. 119219. El Comité de la Reacción elaboró esta Propuesta para Evaluar la Viabilidad y la Funcionalidad del Sistema de Monitoreo Remoto Automatizado del Flujo y de la Composición del Gas del Campo de Pozos de Biogás en nombre, conforme a la Condición No. 75(f) de la Orden de Depuración Estipulada Modificada (Arcilla Orgánica Modificada SOFA) (Caso No. 6177-4) relacionada con el Vertedero de Chiquita Canyon (CCL, el Centro o el Vertedero). Esta Propuesta presenta el Protocolo de Prueba propuesto para realizar una evaluación de la viabilidad y la funcionalidad, como también la factibilidad de cierta instrumentación, equipos, telemetría y componentes de control que pueden ser apropiados para un sistema de monitoreo remoto (RMS) de medición remota automatizada del índice de flujo y la composición (metano, dióxido de carbono y oxígeno) del biogás (LFG) dentro de cinco pozos de extracción de LFG selectos entre un subconjunto de pozos identificados en la Condición No. 75 (b) a (c).

La Condición No. 75(f) de la SOFA Modificada requiere que:

*Para el 29 de agosto de 2025, el Comité de la Reacción deberá presentar una propuesta para evaluar la viabilidad y la funcionalidad de agregar el índice de flujo y la composición como parámetros de monitoreo a por lo menos cinco (5) unidades en los pozos indicados en esta condición. La propuesta deberá ser entregada a Baitong Chen [bchen@aqmd.gov]; Nathaniel Dickel [ndickel@aqmd.gov]; Christina Ojeda [cojeda@aqmd.gov]. El demandado deberá realizar la evaluación de la viabilidad. El Comité de la Reacción deberá presentar un informe final al AQMD de la Costa Sur (a Baitong Chen [bchen@aqmd.gov]; Nathaniel Dickel [ndickel@aqmd.gov]; Christina Ojeda [cojeda@aqmd.gov]) detallando los resultados del estudio de viabilidad y las recomendaciones para un mayor despliegue del sistema de monitoreo remoto antes de que pasen 210 días desde la presentación de la propuesta de la viabilidad con un mínimo de 3 meses de recolección de datos.*

La documentación previa elaborada conforme a la Condición No. 66 de la SOFA Modificada que tratan los equipos del RMS automatizado para pozos y cabezales de pozos de LFG y que sirve como referencia para este Protocolo de Prueba y proporciona información sobre los antecedentes para prever la viabilidad, funcionalidad y factibilidad de ciertos componentes incluyen lo siguiente:

- **Plan de Monitoreo Remoto Automatizado del Campo de Pozos de LFG elaborado por SCS Engineers, con fecha 19/4/24.** Este Plan fue elaborado conforme a una versión anterior de la Condición 66 de la SOFA e identificó los parámetros operativos aplicables de pozos y cabezales de pozos de extracción de LFG, detalló el propósito y los objetivos del monitoreo remoto de estos parámetros operativos, analizó la instrumentación y los equipos de monitoreo específicos y presentó las recomendaciones del Comité de la Reacción para la implementación de un sistema de monitoreo remoto en el Vertedero.
- **Respuesta a la Orden de Depuración Estipulada de Gestión de la Calidad del Aire de la Costa Sur en el Caso No. 6177-4 Condición 66(a)(ii) elaborada por SCS Engineers con fecha 17/9/24.** Esta respuesta detallaba los problemas e inquietudes previstos con el diseño, la especificación, la instalación y la implementación del monitoreo remoto del campo de pozos de LFG e identificó los seis componentes principales del sistema que se están considerando. La respuesta incluyó evidencia de comunicación con el sistema, el dispositivo y los proveedores/fabricantes y/o contratistas de componentes y también comentó sobre la cadena de suministro y los plazos.

- **Respuesta a la Orden de Depuración Estipulada de Gestión de la Calidad del Aire de la Costa Sur en el Caso No. 6177-4 Condición 66(a)(iii) elaborada por SCS Engineers con fecha 11/10/24.** Esta respuesta proporcionó documentación de las comunicaciones continuas con proveedores, fabricantes y distribuidores de los sistemas, dispositivos y componentes del RMS en los que se identificaron problemas/inquietudes, como se describió en la respuesta del 17 de septiembre de 2024 tratada arriba.
- **Selección de Pozos de Biogás para la Instalación de Equipos del Sistema de Monitoreo Remoto, elaborada por el Comité de la Reacción, con fecha 15/10/24.** Esta correspondencia presentó la determinación del Comité de la Reacción sobre las ubicaciones para la instalación de los equipos iniciales del RMS, que involucró veinte (20) pozos de LFG a ser equipados con instrumentación de medición de temperatura y equipos de telemetría asociados, conforme a la Condición 66(a)(v). Esta determinación incluyó una revisión de la información de los antecedentes y un análisis sobre los criterios y las condiciones del campo que fueron consideradas por el Comité de la Reacción al seleccionar estos lugares.
- **Respuesta a la Orden de Depuración Estipulada de Gestión de la Calidad del Aire de la Costa Sur en el Caso No. 6177-4 Condición 66(a)(iv) elaborada por SCS Engineers con fecha 30/10/24.** Esta correspondencia no notó ningún otro hallazgo o solución adicional sobre los problemas documentados en las presentaciones de Condición 66(a)(ii) y (iii) ni presentaciones previas con respecto al diseño original del sistema de monitoreo remoto.
- **Propuesta para evaluar la Viabilidad y la Funcionalidad del Sistema de Monitoreo Remoto Automatizado del Flujo y de la Composición del Gas en Campo de Pozos de Biogás, elaborada por el Comité de la Reacción con fecha 31/1/25.** Este propuesta presentó el Plan de Obra para realizar una prueba de campo conforme a la Condición No. 66(vi) para evaluar la viabilidad y la funcionalidad, como también la factibilidad, de cierta instrumentación, equipos, telemetría y componentes de control que puedan ser apropiados para un RMS para la medición remota automatizada de la temperatura y la presión dentro de pozos de LFG con bombas ubicadas en la Zona Reactiva. La propuesta no ha sido aprobada por el SCAQMD. Por lo tanto, no se realizó la evaluación de la viabilidad detallada en esa Propuesta.

Los componentes principales del RMS de los pozos a ser instalados conforme a la Condición No. 75(e), que fueron especificados y seleccionados como se describe en la documentación de referencia indicada arriba, incluyen transductores de presión, sondas de temperatura y dispositivos IIoT celulares industriales para recopilar datos de los sensores. El Protocolo de Prueba presenta las actividades propuestas, que incluyen instalación en el campo y revisión y validación de datos, previstas para facilitar la evaluación de la viabilidad, la funcionalidad y la factibilidad de los dos componentes adicionales del RMS que está previsto que se integren a otra instrumentación auxiliar, equipos y controles) para que pueda medirse el índice de flujo y la composición del LFG que no se especificaron ni se seleccionaron previamente en la documentación de referencia arriba indicada. Este Protocolo de Prueba además presenta un programa propuesto para cumplir con el estudio de viabilidad piloto.

Los objetivos de este estudio de viabilidad piloto se indican a continuación:

- Evaluar la viabilidad técnica de la instalación de componentes del RMS que permitan la medición del índice de flujo y la composición del LFG en los pozos;
- Evaluar la viabilidad, la funcionalidad, el desempeño y la confiabilidad de la instrumentación y los equipos del RMS asociados al índice de flujo y la composición del LFG bajo condiciones operativas variables;

- Identificar potenciales criterios para la selección de las ubicaciones de los pozos;
- Evaluar y validar mediciones y monitorear los datos recibidos de la instrumentación del RMS; y
- Evaluar los protocolos operativos para los componentes del RMS a ser implementados más allá del estudio de viabilidad piloto.

## **EQUIPOS INSTALADOS DEL SISTEMA DE MONITOREO REMOTO**

Chiquita y SCS Engineers (SCS) instalaron previamente los siguientes equipos del RMS para permitir la medición remota automatizada de ciertos parámetros operativos del sistema de LFG, como también las temperaturas de los desechos in-situ en la subsuperficie dentro de sondas de monitoreo de temperatura separadas en el Vertedero:

- Se instalaron los equipos del RMS y están funcionando para medir la temperatura en veinte (20) cabezales de pozos operados en la Zona Reactiva Inicial, conforme a la Condición No. 66(a)(v) de la SOFA, consistente con la presentación del Comité de la Reacción del 15 de octubre de 2024. Se instalaron transmisores de temperatura en cajas de acero inoxidable en los veinte (20) pozos de LFG en diciembre de 2024 para medir y registrar la temperatura del biogás que fluye por estos cabezales de pozos. Hay instalado un dispositivo IIoT celular a batería que está funcionando en cada pozo.
- Se instalaron transmisores de presión en cinco (5) lugares dentro de los tubos de los cabezales en octubre de 2024 para medir el vacío dentro de la red de tuberías de recolección de LFG. Hay instalados un dispositivo IIoT celular y un sistema de energía solar que están en funcionamiento en cada punto de inserción de sensor.
- Hay colocadas termocuplas de alta temperatura con tuberías de acero inoxidable rellenas de óxido de magnesio para alojar el cable de señal, en varios intervalos de profundidades dentro de treinta y dos (32) sondas de monitoreo de temperatura (TMPs) que fueron instaladas y que se pusieron en marcha en marzo de 2024 y en marzo de 2025. Algunas de las TMPs están ubicadas junto a un barrenos común con tuberías de elevación de pozos de extracción vertical de LFG. Hay instalados un dispositivo IIoT celular, una tarjeta de entrada remota y un sistema de energía solar que están en funcionamiento en cada sonda.
- Hay transmisores sumergibles del nivel de líquido sujetos a las bombas sumergibles eléctricas Lorentz instaladas en pozos de LFG selectos, para permitir la medición de los niveles de líquido.

Además, conforme a la Condición No. 75(a) a (e), antes del 31 de octubre de 2025 Chiquita y SCS estarán instalando instrumentación y equipos adicionales al RMS para permitir la medición remota automatizada de la temperatura y la presión en pozos de LFG selectos y en ubicaciones de tubos de cabezales de recolección de LFG específicos.

## **ESTUDIO DE VIABILIDAD PILOTO QUE EVALÚA LA INSTRUMENTACIÓN, LOS EQUIPOS Y LOS CONTROLES DE FLUJO Y DE LA COMPOSICIÓN DEL GAS DEL RMS**

El Comité de la Reacción propone evaluar la instrumentación del índice de flujo y de la composición del gas del RMS a través de su estudio de viabilidad piloto, que involucra la adquisición y la instalación de la instrumentación, los equipos y los controles y otros componentes del RMS al que se hace referencia. La instrumentación del índice de flujo y de la composición del LFG será adquirida e instalada por lo menos dentro de cinco (5) de los pozos identificados en la Condición 75(c) de la SOFA. Los datos serán revisados y

analizados como se detalla en este Protocolo de Prueba y se evaluará la viabilidad, la funcionalidad y el desempeño de los componentes en uso. Se evaluará la futura implementación de estos componentes y se elaborará un informe que será presentado al SCAQMD. El estudio de viabilidad piloto evaluará la viabilidad, la funcionalidad y la factibilidad de los siguientes componentes del índice de flujo y la composición de LFG, que no se trataron en la documentación de referencia indicada arriba. Estos componentes se resumen de la misma manera:

- **Componente 1:** dispositivo de medición de presión delta o temperatura delta que da un valor de velocidad que se utiliza, junto al área de la sección transversal del tubo, para calcular el índice de flujo. Ejemplos de los dispositivos de presión delta incluyen una placa de orificios, un tubo Pitot y una sección de tubo Venturi. Ejemplos de dispositivos de temperatura delta incluyen un anemómetro térmico. Un medidor de flujo térmico masivo que utiliza una transferencia de calor para medir directamente el índice de flujo de gas masivo se excluye de la consideración, como también un medidor de flujo de pozo porque la alta humedad relativa del gas y la presencia de condensado de flujo libre de la tubería del pozo de diámetro más pequeño probablemente impedirán que se tomen mediciones precisas de las cantidades de transferencia de calor.
- **Componente 2:** dispositivos de medición de la composición del gas compuestos de un láser de diodo sintonizable (TDL) o un infrarrojo no dispersivo (NDIR) (para metano y dióxido de carbono) y un TDL o sensor electroquímico (para oxígeno).
- **Componente 3:** un (1) dispositivo IIoT celular industrial para tomar datos de los sensores y transmitirlos al sistema de Control de Supervisión y Adquisición de Datos en la nube de SCS para el monitoreo remoto, las alarmas y los informes.
- **Componente 4:** tarjetas de entrada remota para tomar datos de los sensores y transmitirlos al dispositivo IIoT.
- **Componente 5:** un (1) sistema de energía solar para alimentar con corriente directa los sensores y el dispositivo IIoT.

## **EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN Y LA FUNCIONALIDAD DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DEL FLUJO Y DE LA COMPOSICIÓN DEL GAS DEL RMS**

### **Medición del Índice de Flujo**

Los dispositivos del Componente 1 pueden ser placas de orificios o tubos Pitot o secciones de tubos Venturi y estarán equipados con un transmisor de presión para medir la diferencia de presión (o "delta") en todo el dispositivo. Alternativamente, los dispositivos pueden ser un anemómetro térmico equipado con una sonda de temperatura para medir la diferencia de temperatura (o "delta") en todo el sensor calentado eléctricamente (por ejemplo un cable caliente). Se instalarán un transmisor de presión delta o de temperatura delta en cada pozo seleccionado, junto con el dispositivo de medición de flujo (placa de orificios, tubo Pitot, sección de tubo Venturi o punta de anemómetro). El transmisor se enroscará en el cabezal del pozo y el cable que sale de ese transmisor será conectado al panel del RMS. Sabiendo que los pozos seleccionados están contruidos con tuberías de acero, se considerará una nueva tapa de pozo nueva con los adaptadores necesarios o podrá ser necesario perforar, golpear y roscar la tubería de acero.

## Medición de la Composición del Gas

Los dispositivos del Componente 2 pueden ser TDL, NDIR o sensores electromecánicos. Habrá un sensor para medir las concentraciones de metano y dióxido de carbono y uno separado para el contenido de oxígeno. El gas se transmitirá al sensor y el cable del sensor se conectará al panel del RMS.

Reconociendo que los pozos seleccionados están contruidos con tuberías de acero, el montaje de estos dispositivos podrá necesitar perforación, pequeños golpes y enroscado dentro del tubo de acero.

## Dispositivo IIoT Industrial y Tarjetas de Entrada Remota

Se utilizarán tarjetas de entrada remota para tomar los datos de los transmisores y enviarlos al dispositivo IIoT celular. El dispositivo IIoT celular retorna la transmisión de datos a la plataforma de Control de Supervisión y Adquisición de Datos de SCS en la nube, SCSRMC.com. SCS ya está utilizando estos dispositivos en CCL y en otros varios sitios del vertedero.

## Sistema de Energía Solar

SCS ha diseñado sistemas de energía solar para este proyecto para proporcionar corriente a los sensores y a los dispositivos IIoT celulares en cada lugar. Los sistemas de energía solar diseñados por SCS también están siendo utilizados en CCL y otros varios sitios del vertedero.

## EVALUAR EL DESEMPEÑO, LA VIABILIDAD Y LA CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS BAJO CONDICIONES VARIABLES DE LA ZONA REACTIVA

Los documentos a los que se hace referencia arriba elevan problemas e inquietudes asociadas a la viabilidad, la funcionalidad y la factibilidad de la instalación y operación de la instrumentación, los equipos y los controles del RMS en el Vertedero. La inserción de los dispositivos del Componente 1 para medir el índice de flujo en los pozos, como también la transmisión de flujo de gas por los sensores de composición de gas del Componente 2, presentan riesgos a corto y a largo plazo, que incluyen, entre otras cuestiones, el potencial mal funcionamiento dentro de los pozos y cabezales y disturbios asociados al mantenimiento del pozo.

Las potenciales condiciones de la Zona Reactiva a ser observadas y evaluadas incluyen, de forma enunciativa más no limitativa:

- **Temperaturas Elevadas:** Los dispositivos de los Componentes 1 y 2 estarán expuestos a líquidos en fase gaseosa y fase líquida con temperaturas que excederán los 200 grados Fahrenheit. Este estudio de viabilidad piloto observará y evaluará el desempeño, la confiabilidad, la viabilidad, la longevidad y la resiliencia de estos sensores y de los cables de señal asociados, para soportar el calor atípico que está presente dentro y alrededor de los pozos ubicados dentro o adyacentes a la Zona Reactiva.
- **Acumulación de Incrustaciones y Residuos:** Los dispositivos de los Componentes 1 y 2 estarán expuestos a líquidos y/o espuma con contenido de sólidos excesivo (suspendidos y disueltos). Estos sensores probablemente experimentarán formación y acumulación de precipitados, calcificación, lodo, "sustancias viscosas" gelatinosas, arena, hollín y/o agregados de otros materiales sólidos que podrán impedir la medición precisa del índice de flujo de LFG y la composición. Este estudio de viabilidad piloto observará y evaluará el desempeño, la confiabilidad, la viabilidad, la longevidad y la resiliencia de estos sensores y de los cables de señal asociados, para soportar las potenciales incrustaciones y acumulación de sólidos presentes dentro de los pozos ubicados dentro o adyacente a la Zona Reactiva.



- **Compatibilidad Química:** Los dispositivos de los Componentes 1 y 2 estarán expuestos a líquidos, gases y/o espuma que se ha sabido que causa una falla prematura de los equipos y sensores, debido a problemas de compatibilidad química y por lo tanto podrán ser incompatibles con estos dispositivos de los componentes del RMS. Los sensores podrán corroer, deteriorar o pasara a ser no funcionales debido a los productos químicos presentes en los líquidos y/o en la espuma. Incluso se ha sabido que los materiales comúnmente utilizados y de confianza, resistentes a la corrosión utilizados para instrumentación electrónica como el acero inoxidable Tipo 316 se disuelven o se pican en situaciones similares de vertederos de temperatura elevada. Este estudio de viabilidad piloto observará y evaluará el desempeño, la confiabilidad, la viabilidad, la longevidad y la resiliencia de estos sensores y de los cables de señal asociados, para soportar los potenciales problemas de compatibilidad química presentes dentro de los pozos ubicados dentro y adyacentes a la Zona Reactiva.

## UBICACIÓN Y CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE POZOS

El Comité evaluará los diecinueve (19) pozos de LFG en el Vertedero y están diseñados en la Condición No. 75(c) para que reciban los equipos del RMS al momento de la instalación. Se le informó al SCAQMD que el Pozo CV-1906 fue abandonado y ya no tienen la capacidad de ser equipado con instrumentación del RMS. Los criterios para seleccionar pozos para la implementación del estudio de viabilidad piloto para medir el flujo y la composición del gas del RMS incluirán variabilidad espacial, presencia de una bomba, rango de temperatura, liberación de lixiviados presurizados y material de tuberías del pozo. En base a estos criterios, el estudio de viabilidad piloto instalará y operará los dispositivos de medición de índice de flujo y composición de LFG en por lo menos cinco (5) de los dieciocho (18) pozos candidatos restantes de la Condición 75(c).

## VALIDACIÓN DE LOS DATOS RECIBIDOS DEL RMS

Se realizarán controles de la integridad de los datos cada cuatro semanas de forma interina durante el período de evaluación de la viabilidad, que será después de la instalación y puesta en marcha del RMS y durante el tiempo que dure este estudio piloto de la viabilidad. Los controles se realizarán, por ejemplo, comparando las mediciones del índice de flujo y de las concentraciones de gas registrados utilizando la instrumentación remota automatizada con las mediciones manuales y las tendencias históricas. Los resultados de estas mediciones manuales serán comparados con los datos informados por el RMS que proceden directamente de las mediciones manuales. Estos controles de integridad de los datos son distintivamente diferentes a la fase de revisión y validación de datos y elaboración de informes realizada después de que terminó el período de evaluación.

Se monitorearán los datos en tiempo real provenientes de los transmisores y los sensores para observar la estabilidad y la repetibilidad y cualquier otro valor atípico o inconsistencia será utilizado para mejorar el sistema.

Los sensores se calibrarán en fábrica como corresponda, antes de su instalación.

## EVALUACIÓN DE LA FUTURA IMPLEMENTACIÓN DEL RMS

El Comité de la Reacción revisará los resultados del estudio de viabilidad piloto, elaborará un informe detallando los resultados del estudio y hará recomendaciones sobre el mayor uso del RMS en CCL. Este informe con recomendaciones será presentado antes de los 210 días desde la presentación de esta propuesta de viabilidad.



## PROGRAMA DEL ESTUDIO DE VIABILIDAD PILOTO

Los plazos estimados asociados a cada tarea presentada a continuación hacen referencia desde la fecha de la presentación de este Protocolo de Prueba y asumen que la cantidad para el despliegue de los componentes del RMS bajo este estudio de viabilidad piloto será de aproximadamente cinco (5) pozos:

- 7 semanas – Adquisición de instrumentación, equipos y controles del RMS
- 2 semanas - Instalación en el Campo
- 16 semanas - Período de Evaluación
- 5 semanas - Revisión y Validación de Datos y Elaboración de Informe

Por favor, comuníquese con el firmante si tiene preguntas o si necesita más información.

Atentamente,



Robert E. Dick, PE, BCEE  
Vicepresidente Sénior  
SCS Engineers



Patrick S. Sullivan, BCES, CCP  
Vicepresidente Sénior  
SCS Engineers

cc: Steve Cassulo, Chiquita Canyon, LLC  
Nicole Ward, Chiquita Canyon, LLC  
Amanda Froman, Chiquita Canyon, LLC