

# Métricas de consumo de servicios auxiliares del Laboratorio LOESS: Hacia un modelo de laboratorio sostenible

## Consumption metrics of auxiliary services of the LOESS Laboratory: Towards a sustainable laboratory model

Presentación: 13 y 14 de septiembre de 2023

### **Joel F. Mercol**

UTN FR San Francisco, Av. De la Universidad 501, (2400) San Francisco, Córdoba, Argentina.

[joelmercol@gmail.com](mailto:joelmercol@gmail.com)

### **Luciana M. Belmonte**

UTN FR San Francisco, Av. De la Universidad 501, (2400) San Francisco, Córdoba, Argentina.

[luciladner@gmail.com](mailto:luciladner@gmail.com)

### **Agustina M. Trucco**

UTN FR San Francisco, Av. De la Universidad 501, (2400) San Francisco, Córdoba, Argentina.

[agustrucco1@gmail.com](mailto:agustrucco1@gmail.com)

### **Martín G. Córdoba**

UTN FR San Francisco, Av. De la Universidad 501, (2400) San Francisco, Córdoba, Argentina.

[martinguillermocordoba@gmail.com](mailto:martinguillermocordoba@gmail.com)

### **Paulo J. Gianoglio**

UTN FR San Francisco, Av. De la Universidad 501, (2400) San Francisco, Córdoba, Argentina.

[paulogianoglio@gmail.com](mailto:paulogianoglio@gmail.com)

### **Jessica P. Pettiti**

UTN FR San Francisco, Av. De la Universidad 501, (2400) San Francisco, Córdoba, Argentina.

[jessicappettiti@gmail.com](mailto:jessicappettiti@gmail.com)

### **Rodrigo N. Ocampo**

UTN FR San Francisco, Av. De la Universidad 501, (2400) San Francisco, Córdoba, Argentina.

[rnocampo18@gmail.com](mailto:rnocampo18@gmail.com)

## Resumen

La Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible se clasifican en tres dimensiones: ambiente, sociedad y economía. Argentina y sus organizaciones, se comprometen a accionar favorablemente. Es importante implementar la Agenda en las Universidades. Se evidencia la ausencia de métricas y acciones relacionadas a cumplir con la Agenda. Este trabajo ofrece métricas en generación de residuos y consumos de agua y electricidad por cada muestra analizada en el laboratorio de análisis de suelos de la UTN Facultad Regional San Francisco (LOESS). Se realizó una caracterización y se definió una metodología de medición. La generación de residuos sólidos y líquidos fue de 0.024

kg y 0.491 L, el consumo eléctrico fue 1.52, 4.34 y 4.14 kWh y el consumo de agua fue 94 L. Se evidencia a partir de los resultados que se deben generar cambios que reduzcan estas cantidades apuntando a un modelo sostenible.

**Palabras clave:** residuos sólidos; laboratorio sostenible; consumo eficiente

## Abstract

The 2030 Agenda and its Sustainable Development Goals are classified into three dimensions: environment, society and economy. Argentina and its organizations undertake to act favorably. It is important to implement the Agenda in the Universities. The absence of metrics and actions related to complying with the Agenda is evident. This work offers metrics on waste generation and water and electricity consumption for each sample analyzed in the soil analysis laboratory of the UTN Facultad Regional San Francisco (LOESS). A characterization was carried out and a measurement methodology was defined. The generation of solid and liquid waste was 0.024 kg and 0.491 L, the electrical consumption was 1.52, 4.34 and 4.14 kWh and the water consumption was 94 L. It is evident from the results that changes must be generated that reduce these amounts pointing to a sustainable model.

**Keywords:** solid waste; sustainable laboratory; efficient consumption

## Introducción

En la actualidad, más de 100 países han adoptado y se han comprometido a implementar la Agenda 2030 y sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Si bien los ODS son 17 y contemplan aspectos diversos e integrados que van desde poner fin a la pobreza hasta proteger el planeta y mejorar las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo, podrían agruparse en 3 (tres) dimensiones (ejes no excluyentes): ambiente, sociedad y economía. La República Argentina no está exenta a la temática y es a través del Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales y todas sus organizaciones, que se comprometen a cumplir las metas que los ODS indican. La tendencia expresa que cada vez es mayor el número de organizaciones argentinas que incorporan el desarrollo sostenible a sus procedimientos, incluyendo las instituciones de educación superior. Según Elmassah et al. (2021), es de vital importancia que las Instituciones de Educación Superior logren relevancia en la implementación de la agenda 2030 con relación a los ODS. En ese marco, O'Keefe (2016), sostiene que uno de los mecanismos para apoyar al desarrollo sostenible desde estas instituciones es por medio de actividades de ciencia e investigación, proporcionando bases para generar soluciones y tecnologías que hacen frente a todos los desafíos que implica la integración de los ODS. Por otro lado, De La Poza et al., (2021) y Carvallo (2021), evidencian la ausencia de métricas sobre el desarrollo sostenible en estas instituciones, por lo que proponen la evaluación de la alineación de los logros de los ODS, incluyendo entre otros aspectos, el impacto de la divulgación de la información de los ODS. Específicamente lo que atañe a la Universidad Tecnológica Nacional, en 2020 ha aprobado en su Consejo Superior Universitario, la Ordenanza N° 1800 que anuncia los lineamientos del Programa para el Desarrollo Sostenible de UTN 2030. Recientemente, Mejera Rastelli (2022), perteneciente a la UTN Facultad Regional General Pacheco menciona el accionar en las universidades de acuerdo con los aspectos de la Agenda 2030 se encuentra en sus inicios, pero con tendencia creciente. En este trabajo, se presenta una primera aproximación de implementación de buenas prácticas sostenibles relacionadas con el registro de consumo de servicios auxiliares (agua, y electricidad) y la generación de residuos de un laboratorio de servicios de la Facultad, denominado LOESS. Los resultados muestran deficiencias que deben subsanarse para trabajar de manera sostenible y aplicarse en otros espacios de la Facultad.

## Materiales y métodos

Los métodos llevados adelante para efectuar las mediciones del consumo del laboratorio de Suelos LOESS dentro de UTN San Francisco incluyeron un reconocimiento del lugar y fuentes de residuos, seguido de una etapa de medición.

A continuación, se describen las tareas realizadas:

1. *Reconocimiento del lugar de estudio para poder definir las variables medibles, el funcionamiento habitual y los elementos intervinientes dentro de este espacio.*

El laboratorio se encuentra en un edificio pensado solo para el desarrollo de actividades de la carrera Ingeniería Química. El mismo opera todos los días de la semana en horario matutino de 7:00 a 12:30 horas. En este caso, se emite juicio según los resultados obtenidos de una batería de análisis fisicoquímicos que son fuente de generación de residuos químicos sólidos y líquidos. Acompañan al funcionamiento del laboratorio servicios auxiliares indispensables como el suministro de agua corriente y potable, la energía eléctrica y el gas natural.

2. *Reconocimiento de la fuente de residuos sólidos y líquidos.*

Los análisis químicos de caracterización de suelos con los cuales el laboratorio ofrece servicios a la comunidad incluyen:

- Acondicionamiento de muestras
- Determinación de calcio (Ca) y magnesio (Mg)
- Determinación de potasio (K) y sodio (Na)
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC)
- Carbono orgánico oxidable (COO)
- Conductividad eléctrica
- Fósforo extraíble
- pH
- Nitrógeno total (Nt)
- Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ )
- Sulfatos

Una muestra de suelo es sometida a todas las determinaciones mencionadas en un período total de 72 horas y a cada una le corresponde un blanco, que es la realización del ensayo en ausencia de la muestra. En este período, se llevan adelante 16 ensayos en simultáneo, es decir, 8 muestras y 8 blancos. Cada determinación produce un volumen determinado de desechos que agrupamos en residuos sólidos y líquidos. Los primeros corresponden a materiales como plástico, papel y cartón; y los restantes involucran a residuos producto de las soluciones y sustancias que se deben emplear en los diferentes métodos analíticos.

La cuantificación se lleva adelante a través de la medición del peso y el volumen de los residuos con herramientas comunes del laboratorio.

3. *Registro de consumos*

### *i. Monitoreo del consumo eléctrico*

La energía eléctrica es el servicio auxiliar que más se utiliza dado que es la fuente de alimentación de los dispositivos eléctricos, electrónicos y analógicos empleados en las determinaciones. Además, el personal cuenta con dispositivos de refrigeración de ambientes y luminarias que suman eficiencia a su quehacer.

Para el registro de la potencia activa consumida total y de cada fase se empleó el analizador de redes Metrel Power Quality Analyser-Plus MI 2292, que se muestra en la figura 1. Este parámetro fue monitoreado en un ciclo específico con el objeto de registrar la demanda eléctrica que una muestra requiere luego de realizadas todas las determinaciones analíticas.



Fig. 1. Funcionamiento del analizador de redes Metrel.

Una vez desconectado, el dispositivo permite extraer los resultados y llevarlo a una hoja de cálculo para su análisis.

## ii. Monitoreo del consumo de agua

El agua es un recurso fundamental para los análisis químicos ya que funciona como componente de las soluciones reactivas, como refrigerante en procesos térmicos y como agente de transporte en los procesos de limpieza de los materiales

El recurso se obtiene a través de la conexión a la red de agua potable de la ciudad de San Francisco y es almacenada en un tanque, figura 2, de 600 litros a rebalse de capacidad. Todos los laboratorios se abastecen desde este tanque.

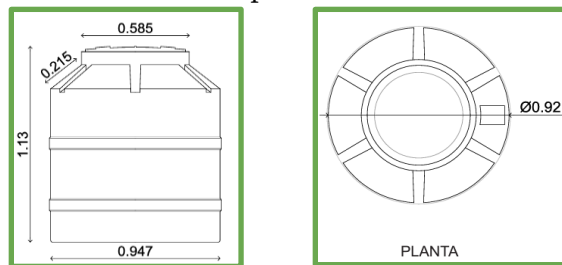


Fig. 2. Dimensiones del tanque.

Para calcular el volumen de líquido se emplea el diámetro del tanque y se introduce una regla para determinar la altura del agua.

El método utilizado para estimar el consumo de agua contempló el bloqueo del flotante de forma que no permita el ingreso de agua desde la red al tanque. La acción se llevó adelante la noche anterior al turno habitual del laboratorio asegurando que nadie utilice las instalaciones del laboratorio. Al detectar la falta de agua se procedió a registrar el tiempo de vaciado del tanque.

## Resultados y discusión

A continuación, se presenta el consumo de residuos del Laboratorio, diferenciado entre los principales residuos sólidos y líquidos que surgen del manejo de las rutinas del laboratorio.

### 1. Residuos

#### 1.1. Residuos sólidos

La generación de residuos sólidos se expone en formato tabla contemplando el tipo de material y las muestras realizadas.

TABLA I: GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Tipo	Peso [kg]	Cantidad de muestras	Cantidad de duplicados	Peso por muestra [kg/muestra]
Papel/Cartón	0.093	2	2	<b>0.023</b>
Plásticos	0.004	2	2	<b>0.001</b>
Total [kg/muestra]				<b>0.024</b>

Como se puede observar, el peso total de residuos sólidos por muestra es de 0.024 kg. No se contempla en este punto los residuos generados por ruptura de material de uso exclusivo del laboratorio ya que ocurre con poca frecuencia.

### 1.2. Residuos líquidos

Los residuos líquidos se agrupan en tabla como los anteriores.

TABLA II: GENERACIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS

Determinación	Volumen de residuo [L]	Cantidad de muestras	Cantidad de duplicados	Volumen de residuo por muestra [L/muestra]
Nt	30	128	128	<b>0.117</b>
COO	30	128	128	<b>0.117</b>
Fósforo extraíble	5	128	128	<b>0.020</b>
Sulfatos	3	128	128	<b>0.012</b>
Nitratos	20	100	100	<b>0.100</b>
CIC	10	128	128	<b>0.039</b>
Ca	10	128	128	<b>0.039</b>
Mg	12	128	128	<b>0.047</b>
Total [L/muestra]				<b>0.491</b>

Como puede vislumbrarse, una muestra genera aproximadamente 0,491 L de residuos líquidos. Las determinaciones que más aportan son Nitrógeno Total, Materia Orgánica (Carbono orgánico oxidable) y Nitratos. En esta medición, no se contemplan residuos intermedios que configuran el acondicionamiento de la muestra para conseguir la medición efectiva de cada análisis.

### 2. Consumo de corriente eléctrica

Del consumo de energía eléctrica, se han observado consumos desparejos entre las tres fases que conforman el circuito (Fig. 3). En este sentido, se aprecia que, al tercer día de trabajo del laboratorio, la fase 1, trabaja en un tiempo de 40 minutos aproximadamente el doble con respecto al resto de las fases en la cual el consumo es parejo. Además, se observa que, en el primer día de trabajo, el consumo de esta fase es muy bajo, sugiriendo revisar si existe la posibilidad de realizar cambios en la actividad que lleva adelante el laboratorio o en la forma que se consume.

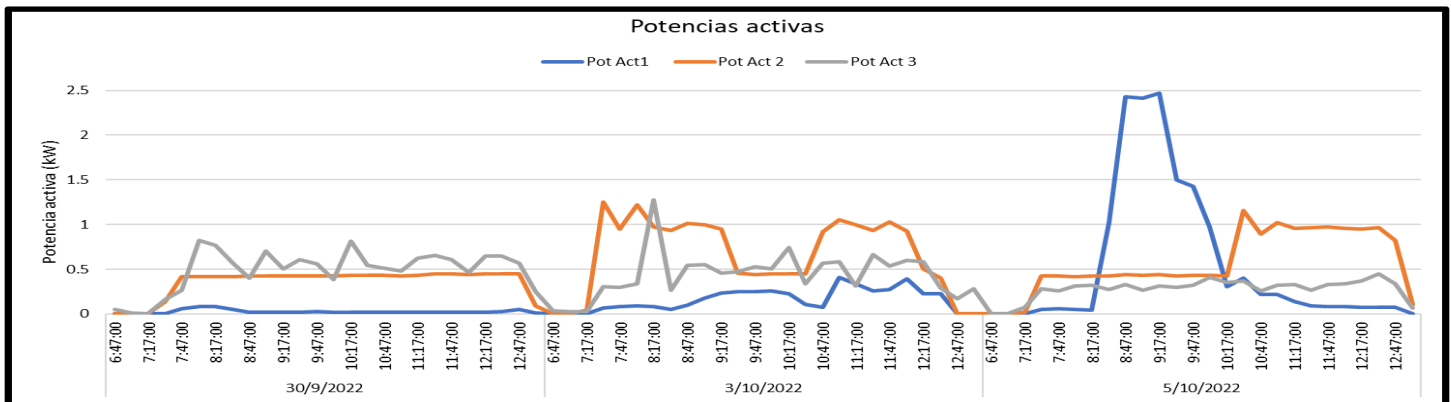


Fig. 3. Potencias activas en jornada del LOESS.

Este comportamiento nos lleva a calcular que la energía activa total consumida en los tres días de trabajo para la fase 1, 2 y 3 es de 24,4, 69,4 y 66,2 kWh para 16 ensayos. Los valores por muestra son 1,52, 4,34 y 4,14 kWh/muestra.

### 3. Consumo de agua

El volumen total de agua dentro del tanque es de 505 L, esto se obtiene de calcular el volumen de un cilindro recto de 0,76 m y diámetro 0,92 m.

El tanque, luego de 270 min de operación, contaba con 35 L. En ese tiempo se lograron realizar 5 muestras. Esto nos arroja un consumo de agua 94 L/muestra. Otro valor para aportar es que se consumen aproximadamente 105 L/hora de trabajo.

Cabe aclarar que el consumo excesivo de agua se debe a equipos que tienen sistemas de refrigeración con agua fría de flujo permanente.

## Conclusiones

El camino a la sostenibilidad del laboratorio comienza al conocer el estado inicial de sus consumos y la cantidad de residuos generados en el proceso. En ese marco, tanto el consumo de agua como el de energía eléctrica sobresalen por el tipo de operabilidad que poseen los equipos. Una buena estrategia hacia la sostenibilidad implica buscar mejoras para estos aspectos, en donde se pueda reutilizar el agua de enfriamiento de los equipos, equilibrar los consumos eléctricos en las fases conectando los equipos de manera distribuida, gestionar el traslado de residuos líquidos a establecimientos receptores homologados, reorganizar el desarrollo de las determinaciones teniendo en cuenta los consumos eléctricos. La mejoría implica conseguir una posición más sostenible que la anterior y la mejora continua nos llevará a instancias de mayor sostenibilidad.

## Referencias

1. Cavallo, M. A., Ledesma, A. B., Díaz, L. P., Facco, S. M. D. L., Benzi, C. S., & Schmidt Strano, E. (2021). Universidades Nacionales Argentinas y Agenda 2030. Relevamiento inicial sobre las acciones y propuestas vinculadas a los ODS en Unidades Académicas de Ciencias Económicas.
2. De La Poza, E., Merello, P., Barberá, A., y Celani, A., (2021) Universities' reporting on SDGs: Using the impact rankings to model and measure their contribution to sustainability, Sustainability (Switzerland), 13(4), 1-30
3. Elmassah, S., Biltagy, M., y Gamal, D., (2021) Framing the role of higher education in sustainable development: a case study analysis, International Journal of Sustainability in Higher Education, <https://doi.org/10.1108/ijshe-05-2020-0164>,
4. Mejeras Rastelli, A., Cazzola Duarte, G., & Pérez Arrieu, J. (2022). La Agenda 2030 de la ONU en la formación del ingeniero iberoamericano.
5. O'Keeffe, P., (2016) The role of Ethiopia's public universities in achieving the United Nations Sustainable Development Goals, <https://doi.org/10.1007/s11159-016-9599-9>, International Review of Education, 62(6), 791-813.