



Presentado por  
AECOM  
1625 Summit Lake Drive,  
Suite 200  
Tallahassee, Florida 32317  
Julio, 2021

**CENTRAL TÉRMICA DE CICLO COMBINADO DE 670 MW  
GENERADORA GATÚN**

**ANÁLISIS DE MODELAJE TÉRMICO**

**Julio 2021**

## CONTENIDO

Introducción .....	3
Análisis actualizado.....	3
Resultados.....	4
Análisis para una posible recirculación.....	4
Evaluación del impacto térmico.....	5
Resumen.....	7
Referencias .....	8

## Introducción

A solicitud del cliente, se ha desarrollado un análisis de modelización de la toma de agua de refrigeración y del vertido del proyecto Central Térmica de Ciclo Combinado de Generadora Gatún (el proyecto) para determinar lo siguiente:

1. Las posiciones de entrada/salida para evitar la recirculación del efluente térmico
2. El impacto de una descarga térmica en el medio físico marino

Anteriormente como parte de este análisis, se evaluaron y documentaron tres ubicaciones de descarga y una ubicación de toma cuyos resultados fueron presentados en un informe previo (AECOM, 2021). En esta ocasión, producto de los avances en el diseño, se ha propuesto utilizar un punto de toma de agua y una ubicación de descarga diferentes las cuales se han evaluado utilizando el mismo enfoque empleado en el análisis anterior.

## Análisis actualizado

En la figura 1 se indica la ubicación de las tomas y vertidos evaluados actualmente. También se muestran las ubicaciones de las tomas y descargas evaluadas anteriormente.



Figura 1 Nuevas ubicaciones de entrada y salida

Para el análisis de las nuevas ubicaciones se utilizó el conjunto de modelos DELFT3D. El dominio del modelo cubre la totalidad de la bahía de Limón utilizando una cuadrícula cartesiana estirada con celdas

de 40 m en las proximidades de la descarga y celdas más grandes, del orden de 200 m, lejos de la instalación propuesta. Se utilizó un total de 6500 celdas de cuadrícula y se emplearon cinco capas sigma verticales para representar las variaciones verticales. En las profundidades del agua en las proximidades de los vertidos, del orden de 1,5 a 2,0 metros, los espesores de las capas oscilaban entre 30 cm y 40 cm.

El modelo se forzó con mareas en los dos límites del Norte. Estos límites representan las entradas a la Bahía de Limón a través del largo rompeolas en el extremo Norte de la bahía. Se aplicó un flujo de entrada de agua dulce de  $39.6 \text{ m}^3/\text{s}$  en el límite Sur, que representa el flujo de las esclusas de Gatún.

Se utilizó una temperatura ambiente del agua uniforme de  $28^\circ\text{C}$ . Se consideraron tres escenarios de viento en las simulaciones del modelo. El primero fue sin vientos, y el segundo y el tercero consistieron en vientos de abril de 2019 y vientos de octubre de 2019. Los tres escenarios se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen de los escenarios de simulación del modelo de campo lejano

Escenario	Vientos
1	Ninguno
2	Octubre
3	Abril

En cada simulación se representó el intercambio de exceso de calor con la atmósfera. El flujo de intercambio se basa en el modelo de exceso de temperatura de Speers (Speers, 1976) y varía con la velocidad del viento. Los valores típicos fueron de 20 a 50 vatios por grado de exceso de temperatura.

## Resultados

### Análisis para una posible recirculación

Los resultados de las simulaciones de los 3 escenarios de diseño se muestran en las figuras 2 y 3. El exceso de temperatura es inferior a 0.15 grados para todos los escenarios. Los valores de exceso de temperatura son más altos para el escenario sin viento, ya que la única dispersión está relacionada con los flujos de las mareas. La modulación del exceso de temperatura por la fluctuación de las mareas es evidente en la señal de temperatura y es del orden de 0.01 a 0.02 grados Celsius. El exceso de temperatura es mucho menor en promedio para los dos escenarios eólicos, ya que los flujos inducidos por el viento proporcionan una dispersión adicional de las descargas.

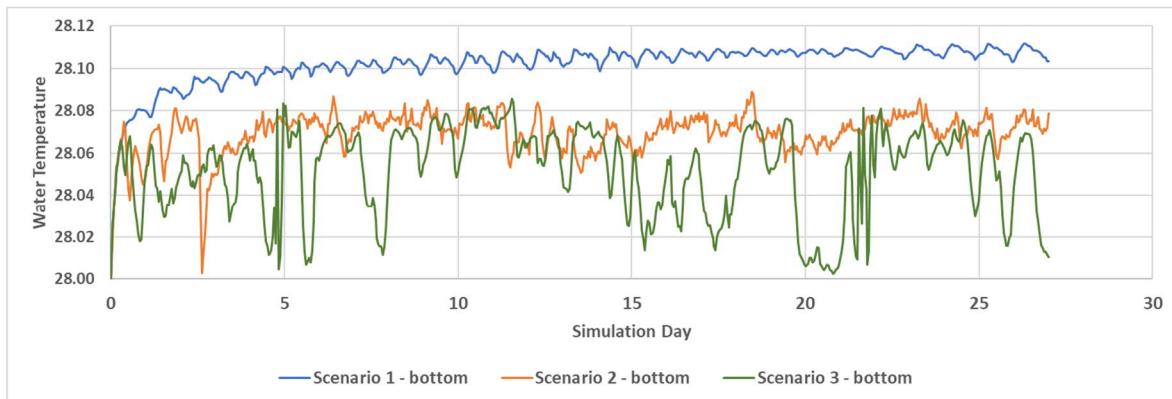


Figura 2. Temperatura simulada en la entrada (cerca de la parte inferior)

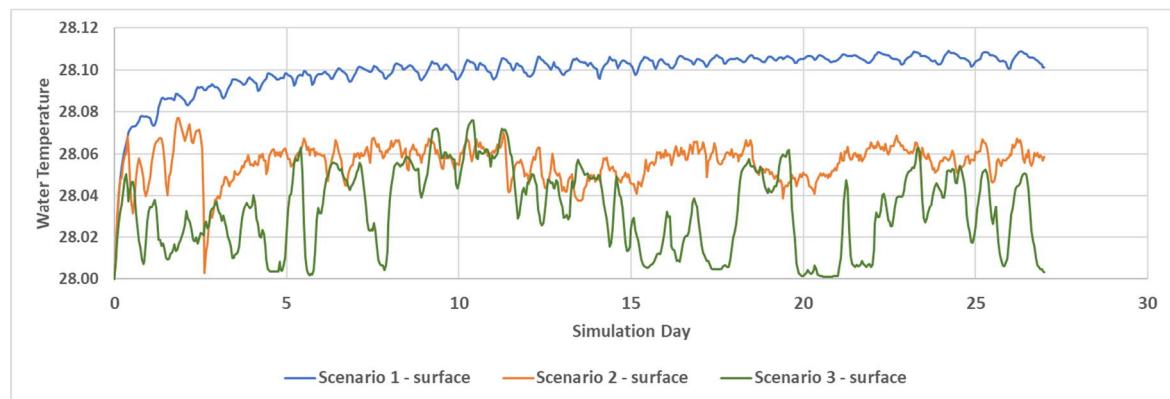


Figura 3 Temperatura simulada en la entrada (cerca de la superficie)

### Evaluación del impacto térmico

Se revisaron las simulaciones del modelo para estimar la extensión del rango de exceso de temperatura para determinar el impacto ambiental potencial. Se procesaron los excesos de temperatura máximos ocurridos para los escenarios de viento de abril y octubre de 2019 para la nueva ubicación de la descarga, con el fin de determinar los excesos de temperatura máximos ocurridos en toda la bahía. Los resultados del procesamiento de datos se muestran en la Figura 4 y la Figura 5.

Los contornos de estos gráficos para la nueva ubicación de la descarga indican que el exceso máximo de temperatura que se produce es del orden de 0.46 a 0.51 grados Celsius y todos los valores están significativamente por debajo del valor de 3 grados °C, lo que indica que no se requiere una zona de mezcla. Estos resultados son similares para ambos escenarios de viento (escenarios 2 y 3).



Figura 4 Extensión del exceso de temperatura para la nueva ubicación de descarga - Vientos de abril de 2019.

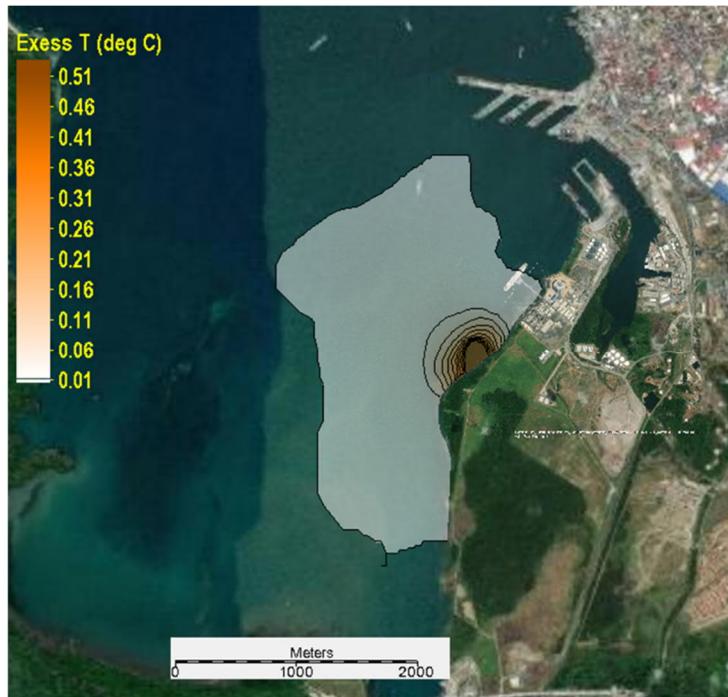


Figura 5Extensión del exceso de temperatura para la nueva ubicación de descarga - Vientos de octubre de 2019.

## Resumen

Se ha completado un análisis de modelado de la toma de agua de refrigeración propuesta y de las ubicaciones de descarga para evaluar el potencial de recirculación del efluente térmico y para determinar el impacto potencial de la descarga térmica en el entorno marino físico durante el funcionamiento de la central eléctrica propuesta.

Se realizó un análisis de modelado en 3D para evaluar el impacto de las corrientes inestables y la posible acumulación de efluentes en las proximidades del lugar. Se analizaron numerosos escenarios consistentes en variaciones de las condiciones ambientales, como los vientos y las mareas. Los resultados indican que habrá un aumento menor de las temperaturas ambientales en la toma, inferior a 0.1 grados °C para los nuevos lugares de toma y vertido.

El alcance máximo de los impactos de la descarga térmica se estimó trazando la temperatura máxima que se produce en cada punto de la malla del modelo durante toda la simulación. Los gráficos indicaron que el exceso máximo de temperatura era inferior a 3 grados °C y, por lo tanto, no será necesaria ninguna zona de mezcla en ninguno de los lugares de descarga propuestos.

## Referencias

AECOM, 2021, Central Térmica de Ciclo Combinado de Generadora Gatún, Análisis de Modelaje Térmico, febrero.