



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

SUBDIRECCION DE PREDICCION CLIMATICA



Firmado digitalmente por AVALOS ROLDAN Grinia Jesus FAU 20131366028 hard Subdirector De Prediccion Climatica Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 26.02.2020 11:14:22 -05:00

14

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

Jesus Maria, 26 de Febrero del 2020

INFORME TECNICO N° D000007-2020-SENAMHI-SPC

A : **GABRIELA TEOFILA ROSAS BENANCIO**
DIRECTOR DE METEOROLOGIA Y EVALUACION AMBIENTAL
ATMOSFERICA

ASUNTO : **Precipitación y frecuencia de ocurrencia de granizadas y tormentas eléctricas en el distrito de Sacsamarca, provincia de Huanca Sancos – Ayacucho**

REFERENCIA : **PROVEIDO N° D000196-2020-SENAMHI-SPC (18FEB2020)**

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para manifestarle lo siguiente:

I. OBJETO:

- Describir el comportamiento pluviométrico en el ámbito de la localidad de Sacsamarca, provincia de Huanca Sancos - Ayacucho.
- Analizar la frecuencia e intensidad de precipitación en los últimos 5 periodos lluviosos (2014/15, 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19).
- Evaluar la frecuencia de ocurrencias de granizadas y tormentas eléctricas.

II. ANTECEDENTES:

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI realiza el monitoreo permanente de las condiciones climáticas y meteorológicas en el territorio peruano a través de la Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica, generando información relevante para la toma de decisiones de los diferentes usuarios sectoriales.

Con fecha 16 de enero 2020, el Sr. Lázaro Cayampa, Alcalde de la Municipalidad Distrital de Sacsamarca, Provincia de Huanca Sancos, Departamento de Ayacucho, mediante OFICIO N° 015-2020-MDS/A, al Ing. Juvenal Medina R. Jefe del Centro Nacional de Estimación Prevención y Reducción de Desastres (CENEPRED), solicitando la identificación de puntos críticos de tormentas eléctricas, dado que la zona de interés se ubica entre las cotas de 3700 a 4500 msnm, escenario de alto riesgo de ocurrencia de lluvias intensas, granizadas, nevadas, heladas y acompañado con descargas eléctricas, mencionando asimismo de acuerdo a las estadísticas reportadas en los últimos cinco años, por la Oficina de Gestión de Riesgos y Desastres de la Municipalidad, impactos negativos en la vida de las personas y de sus animales, afectando el bienestar y la actividad económica de la población.



Firmado digitalmente por CASTRO NARCISO Anabel Yovana FAU 20131366028 hard Motivo: Doy V° B° Fecha: 26.02.2020 09:32:48 -05:00



Posteriormente, el Jefe de CENEPRED, mediante OFICIO N° 00040-2020-CENEPRED/DGP-1.0 de fecha 23 de enero 2020, informa que el CENEPRED amparado en el DS N° 132-2017-EF, que aprueba la conformación y funciones de la Comisión Multisectorial del Fondo para intervenciones ante la ocurrencia de desastres naturales, viene elaborando la relación de distritos expuestos a un alto peligro de origen natural, con base en la información proporcionada por las instituciones competentes del país, con la finalidad que los distritos expuestos a dicho nivel de peligro gestionen y financien proyectos de inversión pública para la mitigación, capacidad de respuesta, rehabilitación y reconstrucción ante la ocurrencia de fenómenos naturales. En este contexto solicita al SENAMHI un Informe Técnico que sustente que el distrito de Sacsamarca se encuentra expuesto a un alto peligro por tormentas eléctricas.

Es así, que la Dirección de Meteorología y Evolución Ambiental de Atmosfera a través de la Subdirección de Predicción climática (SPC), ha elaborado el Informe Técnico: "Precipitación y frecuencia de ocurrencia de granizadas y tormentas eléctricas en el distrito de Sacsamarca, provincia de Huanca Sancos – Ayacucho", donde se incluye la evaluación de la precipitación y la ocurrencia de fenómenos extremos como granizadas y tormentas eléctricas en los últimos cinco años, de la estación meteorológica más cercana a la zona de interés (Huanca Sancos).

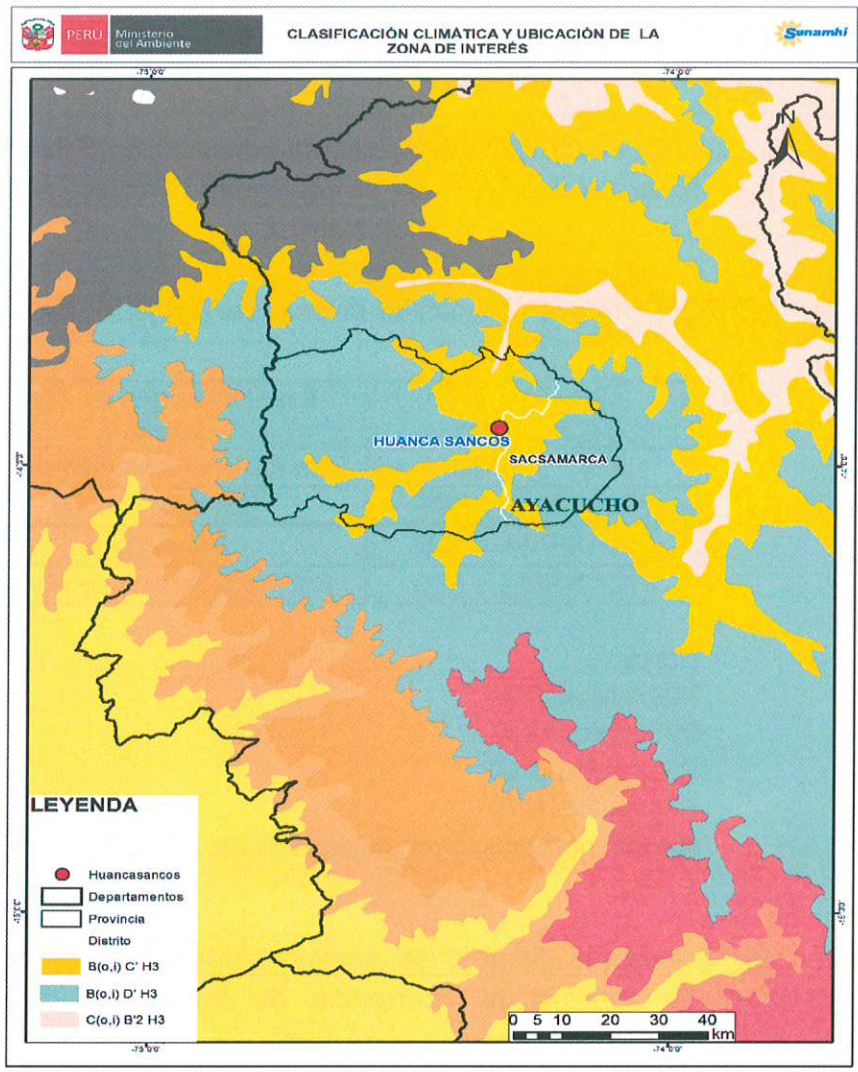
III. DATOS Y METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio

La zona de estudio corresponde al distrito de Sacsamarca, provincia de Huanca Sancos - Ayacucho, la estación meteorológica más cercana es la estación convencional de Huancasancos y se sitúa en el distrito de Sancos, está ubicada en la frontera entre los distritos de Sancos y Sacsamarca. La estación se encuentra en la cota de 3440 msnm, mientras que el distrito está sobre 3700 msnm y por debajo de 4500 msnm.

El Mapa 1, muestra el tipo de clima que predomina en el área de interés; donde, la región *oeste* del distrito de Sacsamarca presenta un clima frío y húmedo con ausencia de lluvias en las estaciones de otoño e invierno ($B_{(o,i)}C'H_3$); mientras que, la región *este* del distrito se caracteriza por presentar un clima semifrío y presencia de lluvias en primavera y verano ($B_{(o,i)}D'H_3$). Cabe señalar que la región este tiene mayor altitud que la región oeste.

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
 "Año de la Universalización de la Salud"



Mapa 1. Clasificación climática y ubicación de la estación meteorológica de Huancasancos, en la zona de estudio (SENAMHI, 1988).

3. 2 Datos

Los datos de precipitación (mm) y del número de eventos registrados (granizadas y tormentas eléctricas) fueron evaluados para la estación meteorológica Huancasancos, para los últimos cinco años (2015 al 2019).

Tabla1. Ubicación geográfica de la estación meteorológica utilizada en el presente informe.

ESTACION	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
HUANCASANCOS	AYACUCHO	HUANCA SANCOS	SANCOS	-74°20'1"	-13°55'1"	3440

3.3 Metodología

Con el propósito de evaluar la magnitud (frecuencia e intensidad) de las lluvias diarias, se calculó los umbrales¹ mensuales de precipitación (P75, P90, P95 y P99) en milímetros a partir de los datos diarios de precipitación, desde setiembre 2015 hasta agosto 2019 para la estación de Huanca Sancos.

Tabla 2. Rangos de umbrales de precipitación (SENAMHI, 2014).

Umbrales de precipitación	Caracterización de lluvias extremas
$RR/día > P99$	Día extremadamente lluvioso
$P95 < RR/día \leq P99$	Día muy lluvioso
$P90 < RR/día \leq P95$	Día lluvioso
$P75 < RR/día \leq P90$	Día moderadamente lluvioso

Dónde:

P99: percentil 99.

P95: percentil 95.

P90: percentil 90.

P75: percentil 75.

RR/día: precipitación acumulada diaria.

Asimismo, en base a las planillas de observación de la estación meteorológica de Huancasancos se recopiló la ocurrencia de fenómenos naturales registrados (granizadas y tormentas eléctricas) a nivel diario.

IV. CARACTERIZACIÓN DE LAS LLUVIAS

4.1 Distribución espacio-temporal de las lluvias en el ámbito de la provincia de Huanca Sancos y distrito de Sacsamarca

En gran parte del territorio nacional, la estacionalidad de las lluvias es una característica importante del régimen pluviométrico; en Hunca Sancos (Ayacucho), los mayores acumulados de lluvias se concentran en la estación de verano o estación lluviosa, de manera que las lluvias de enero a marzo representan alrededor del 67% del acumulado anual (Figura 1). Este comportamiento estacional, además de los aportes locales, se debe en gran parte al aporte del patrón de circulación atmosférica

¹ Percentiles mensuales de precipitación de 99 (P99), 95 (P95), 90 (P90) y 75 (P75)
(http://www.senamhi.gob.pe/main_down.php?ub=est&id=meteo_issuu05)

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

Alta de Bolivia (AB), patrón de circulación anticiclónica de gran escala ubicada en los niveles altos de la atmósfera (200 hPa) sobre Bolivia. La AB contribuye en la formación de lluvias, sobre todo en el verano austral, con mayor influencia en la Cordillera de los Andes, alcanzando una máxima intensidad de diciembre a febrero.

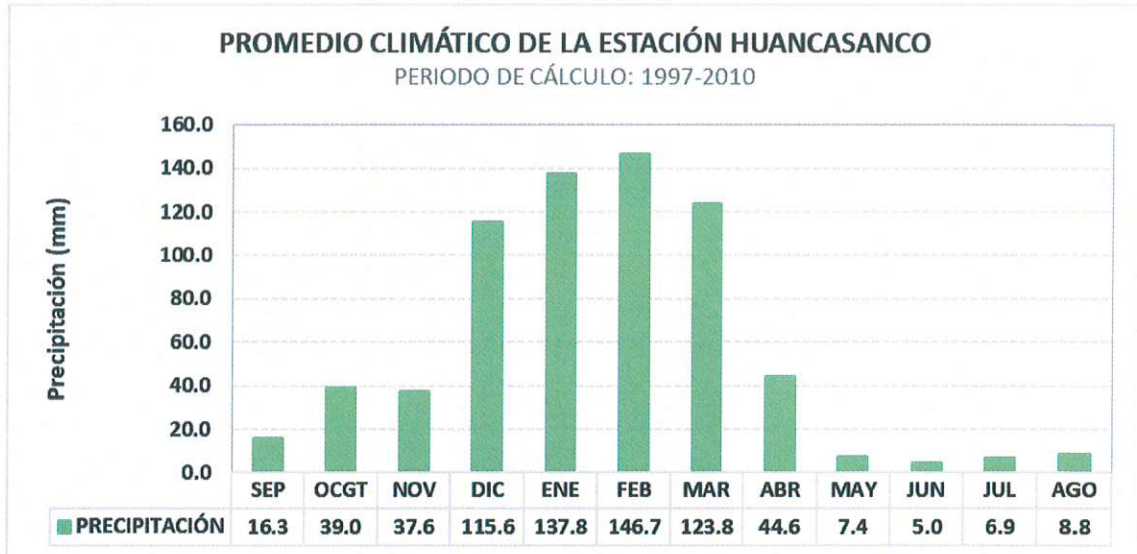
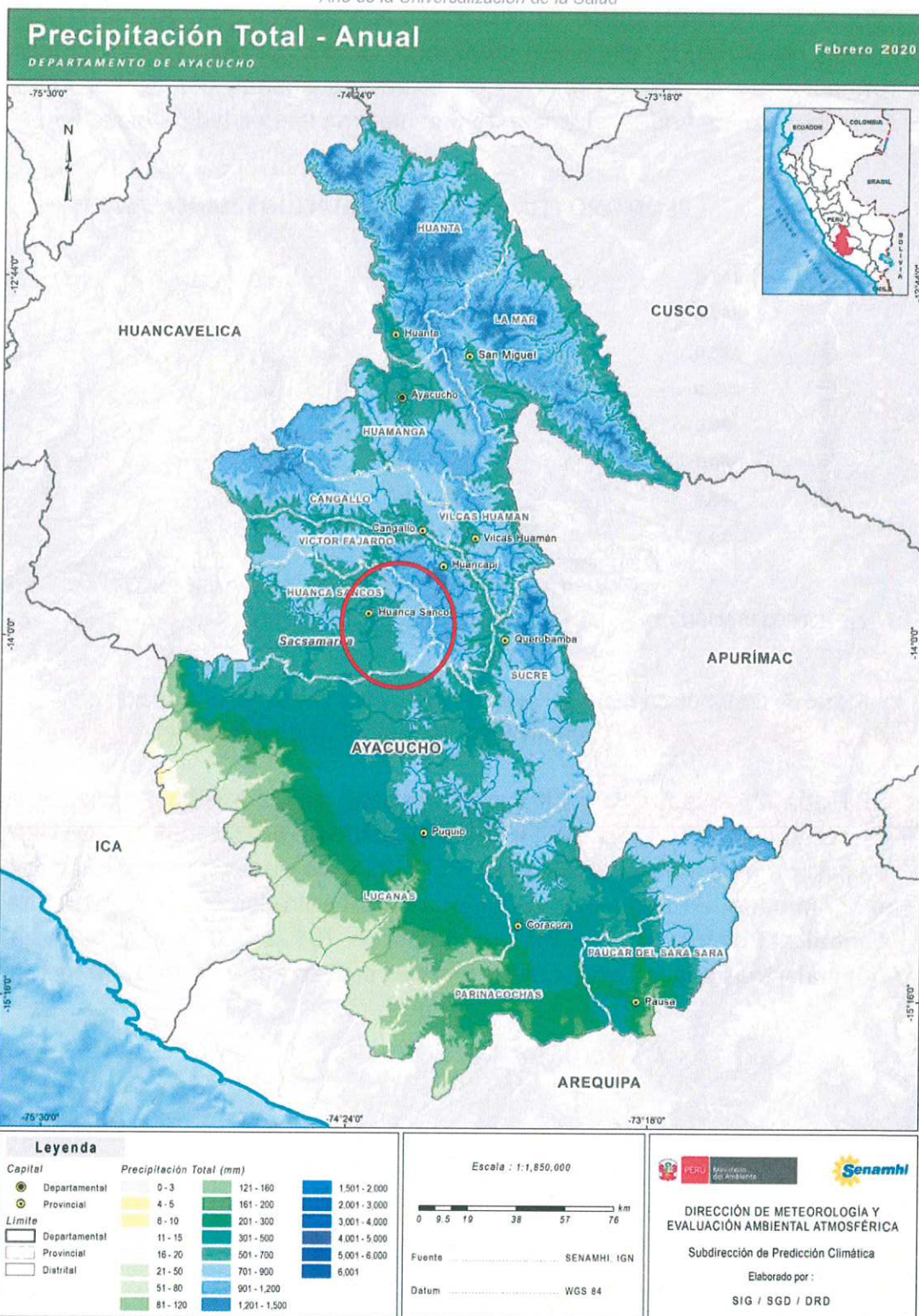


Figura1. Distribución mensual (ciclo anual) de las lluvias en la estación de Huanca Sancos (3440 msnm), departamento de Ayacucho.

El Mapa 2, muestra la distribución espacial del promedio de lluvias anuales del departamento de Ayacucho, usando el periodo de referencia 1981-2010 para el cálculo de normales climatológicas. El distrito de Sacsamarca (círculo rojo), presenta en gran parte, un régimen pluviométrico anual entre los 501 y 700 mm, hacia la parte central del distrito se presenta un rango de 701 a 900 mm, y hacia la zona más oriental y más alta los acumulados anuales oscilan entre 900 y 1200 mm.



Mapa 2. Distribución de las lluvias totales anuales en el departamento de Ayacucho. Basado en normales climatológicas 1981-2010 (SENAMHI, 2020)

4.2 Acumulado mensual de precipitación de los últimos 5 periodos lluviosos

En la Figura 3, se muestra los acumulados mensuales de precipitación de los periodos lluviosos 2015/2014, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018 y 2018/2019, los cuales se inician el setiembre y culminan el agosto del año siguiente, siendo los meses de diciembre, enero, febrero y marzo los más lluviosos. Para el periodo lluviosos 2014/15 y para los meses señalados, la estación de Huancasancos presentó acumulados mensuales dentro de su variabilidad climática (anomalías porcentuales de precipitación entre +15% a -15%) a excepción del mes de enero donde se tuvo una deficiencia de -24% respecto a su valor normal (137,8 mm); el periodo lluviosos 2015/16 fue deficiente presentándose anomalías de hasta -78% en el mes de enero; en el periodo de lluvias 2016/17 se presentaron deficiencias (-50%) en diciembre y superávits en enero (100%) y marzo (20%); el periodo lluvioso 2017/18 reportó deficiencias en diciembre (-90%) y febrero (-23%) y un superávit con anomalía de +26% en marzo; y el periodo lluvioso 2018/19 registró deficiencias en diciembre (-55%) y en marzo (-36%) y un superávit en febrero (+21%). Ver Figura 1, 2 y 3.

Las anomalías porcentuales de precipitación superiores al 50% (Figura 3) que se registraron en los meses de mayo a agosto en los últimos 5 periodos lluviosos no son muy relevantes, debido a que en esta época del año nos encontramos en periodo de estiaje y el promedio climático de la Estación Meteorológica de Huancasancos es inferior a 10 mm. Por ejemplo, en mayo del 2015 se registró un acumulado mensual de 29,9 mm cuando el promedio climático para ese mes de 7,4 mm. Ver Figura 3.

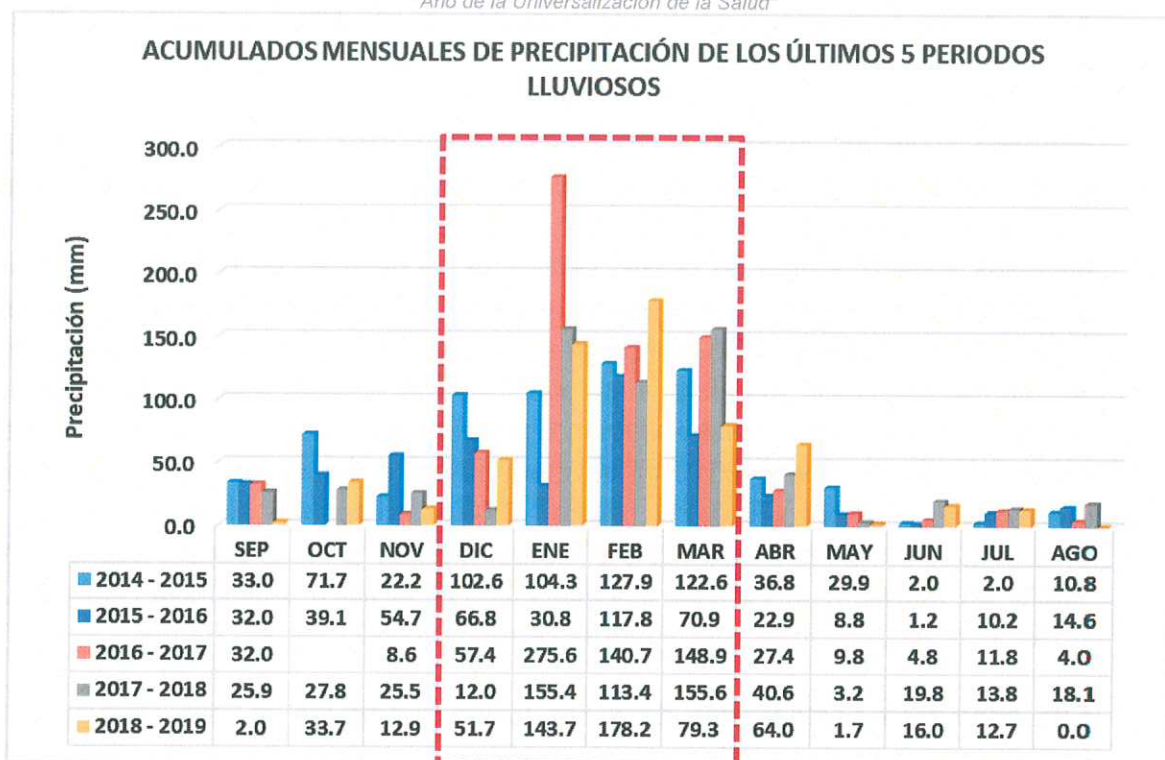


Figura 2. Comportamiento de la precipitación para la estación de Huancasancos durante los periodos lluviosos 2014/15 (barra celeste), 2015/16 (barra azul), 2016/17 (barra naranja), 2017/18 (barra ploma) y 2018/19 (barra amarilla). En octubre del 2016, la estación no reportó datos de precipitación.

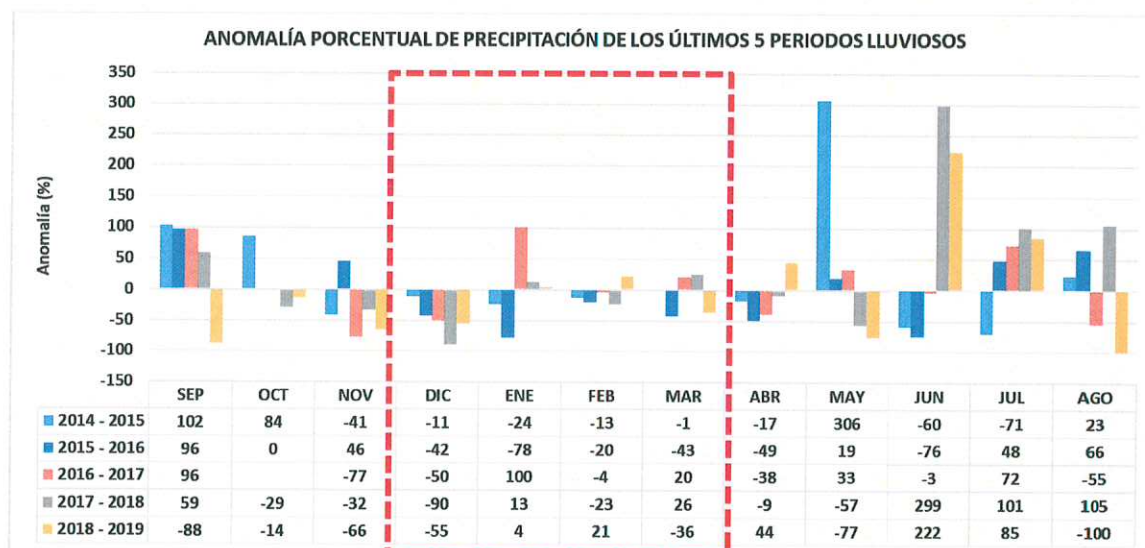


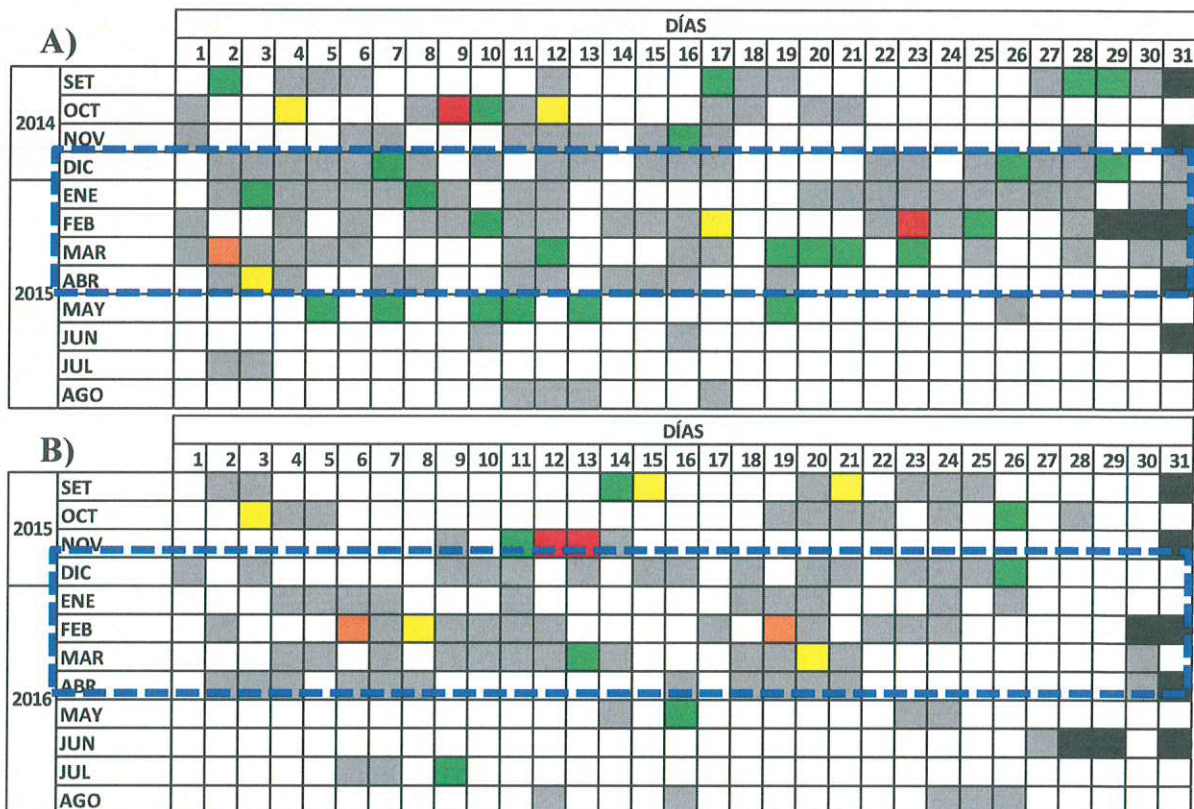
Figura 3. Anomalia porcentual de precipitación de los periodos lluviosos 2014/15 (barra celeste), 2015/16 (barra azul), 2016/17 (barra naranja), 2017/18 (barra ploma) y 2018/19 (barra amarilla). Las anomalías superiores al +15% indican superávits de precipitación, anomalías entre +15% a -15% indican precipitaciones dentro de lo normal y anomalías inferiores a -15% indican precipitaciones debajo de lo normal.

4.3 Intensidad y frecuencia de precipitación

La intensidad y frecuencia de lluvias son elementos que permiten estimar la posible ocurrencia de peligros de origen natural. Por ende, la Tabla 3 muestra la **frecuencia de días lluviosos (cuadro pintado de color) y secos (cuadros en blanco)** de los 5 últimos periodos lluviosos; así como la **intensidad de lluvias los cuales de clasifican en extremadamente lluvioso (color Rojo), Muy Lluvioso (color Naranja), lluvioso (color amarillo), moderadamente lluvioso (color verde) y lluvias por debajo del percentil 75 (color plomo).**

Los últimos cinco periodos lluviosos se han registrado días con lluvias desde intensidad moderada hasta extremadamente lluviosos. Observándose también que la mayor frecuencia de lluvias más intensas se presentó entre los meses de diciembre a abril del siguiente año, aunque en el 2018 y 2019, también se registraron lluvias significativas entre junio a agosto; sin embargo, estos acumulados diarios no superaron los 10 mm/día. Ver Tablas 3.

Tabla 3. Frecuencia e intensidad de lluvias de la Estación Meteorológica Huancasancos de los periodos lluviosos 2014/15 (A), 2015/16 (B), 2016/17 (C), 2017/18 (D) y 2018/19 (E).



4.4 Frecuencia de días con granizo y tormentas eléctricas

Según Gilford (1992), las tormentas eléctricas generalmente se desarrollan desde 15:00 a 18:00 horas a lo largo de la cordillera central (aproximadamente entre 8°S a 14°S) y sobre los 4570 msnm. Las fuertes brisas del valle generalmente convergen con vientos húmedos provenientes de la amazonia por lo que el movimiento de las nubes suele ser hacia el sur o hacia sudoeste de la región. La mayoría de tormentas son de corta duración, debido a que la brisa de valle se disipa aproximadamente a las 18:00 horas. En tanto, las tormentas eléctricas nocturnas con frecuentes relámpagos y fuertes lluvias pueden desarrollarse después 20:00 horas; por otro lado, las tormentas severas y de rápido desarrollo con granizo y vientos fuertes son raras, excepto en la cordillera sur oriental.

La Estación Meteorológica más cercana al área de interés registró en los últimos cinco años (desde 1 de enero 2015 a 31 de agosto del 2019) 63 eventos entre granizo y lluvias con tormentas eléctricas, de los cuales el 65% de los días fueron con granizo y el 35% con tormenta eléctrica. Ambos eventos se presentaron con mayor frecuencia en la estación de verano, siendo el verano del 2017 cuando se reportaron 7 eventos de granizo y 9 tormentas eléctricas.

Tabla 4. Frecuencia de registro de granizo y tormentas eléctricas en la estación meteorológica de Huanca Sancos durante los últimos cinco años.

AÑOS	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SEP		OCT		NOV		DIC	
	G	TE	G	TE	G	TE	G	TE	G	TE	G	TE	G	TE	G	TE	G	TE	G	TE	G	TE	G	TE
2015			1		1				2			1			2				3		1	2	4	3
2016	1	1	2	1	1		2				1	1		1		1	1							
2017	4	3	3	5		1		1								1								
2018		2			1				1						1									1
2019	2		2		1		1																	
Sub-total	7	6	8	6	4	1	3	1	3	0	0	2	1	0	4	0	2	1	3	0	1	2	5	3
Total	13		14		5		4		3		2		1		4		3		3		3		8	

G=Granizo

TE= Tormenta eléctrica

La Tabla 5, muestra las pérdidas de vida de ganado ovino y vacuno que sido alcanzado por la Municipalidad Distrital de Sacsamarca durante 2018 y 2019; por ende, se muestra las imágenes satelitales del sensor GLM (Geostationary Lightning Mapper)² del GOES 16 (Geostationary Operational Environmental Satellite) durante las fechas indicadas para el 2019. El sensor GML detecta rayos con una cobertura espacial de aproximadamente 10 km, esta información es casi a tiempo real y a una frecuencia de 5 minutos.

² Para mayor información de GLM revisar el siguiente link:
https://ghrc.nsstc.nasa.gov/lightning/overview_glm.html

Los Mapas 3 y 4, muestran las imágenes satelitales del sensor GML del GOES 16 para las fechas del 20 de enero y 20 de diciembre del 2019, respectivamente. Donde se aprecian las tormentas eléctricas (puntos de color) que registró este sensor en el distrito de Sacsamarca (**cuadro rojo**). El 20 de enero del 2019 el sensor captó varios flashes (tonalidades de amarillo indicas 2 flashes y tonalidades de rojo 18 flashes) y/o tormentas eléctricas en diferentes puntos del distrito de interés entre las 15:20 hasta las 16:15 hora local, mientras que, para el 20 de diciembre del 2019 se presentaron tormentas eléctricas entre 14:15 hasta las 14:45 horas. Ver Mapa 3 y 4 y Anexos.

Tabla 5. Perdida de ganado ovino y vacuno en los eventos de tormentas eléctricas observados durante el 2018 y 2019

PERSONAS AFECTADAS POR LA PÉRDIDA DE ANIMALES	CANTIDAD DE GANADO	FECHA DE OCURRENCIA
Inés Valerio Huaccachi López	25 ovinos	20/11/2019
Hernán Cayampi fernández	7 vacunos	20/12/2019
Nemesio Huaccachi Pumallihua	1 toro	12/12/2018
María Yanqui Yarcuri	10 vacunos	15/11/2018
Irma Pillaca Huamaní	6 ovinos	20/02/2019
Obdulia Cayampi Yarcuri	4 mulas	20/01/2018

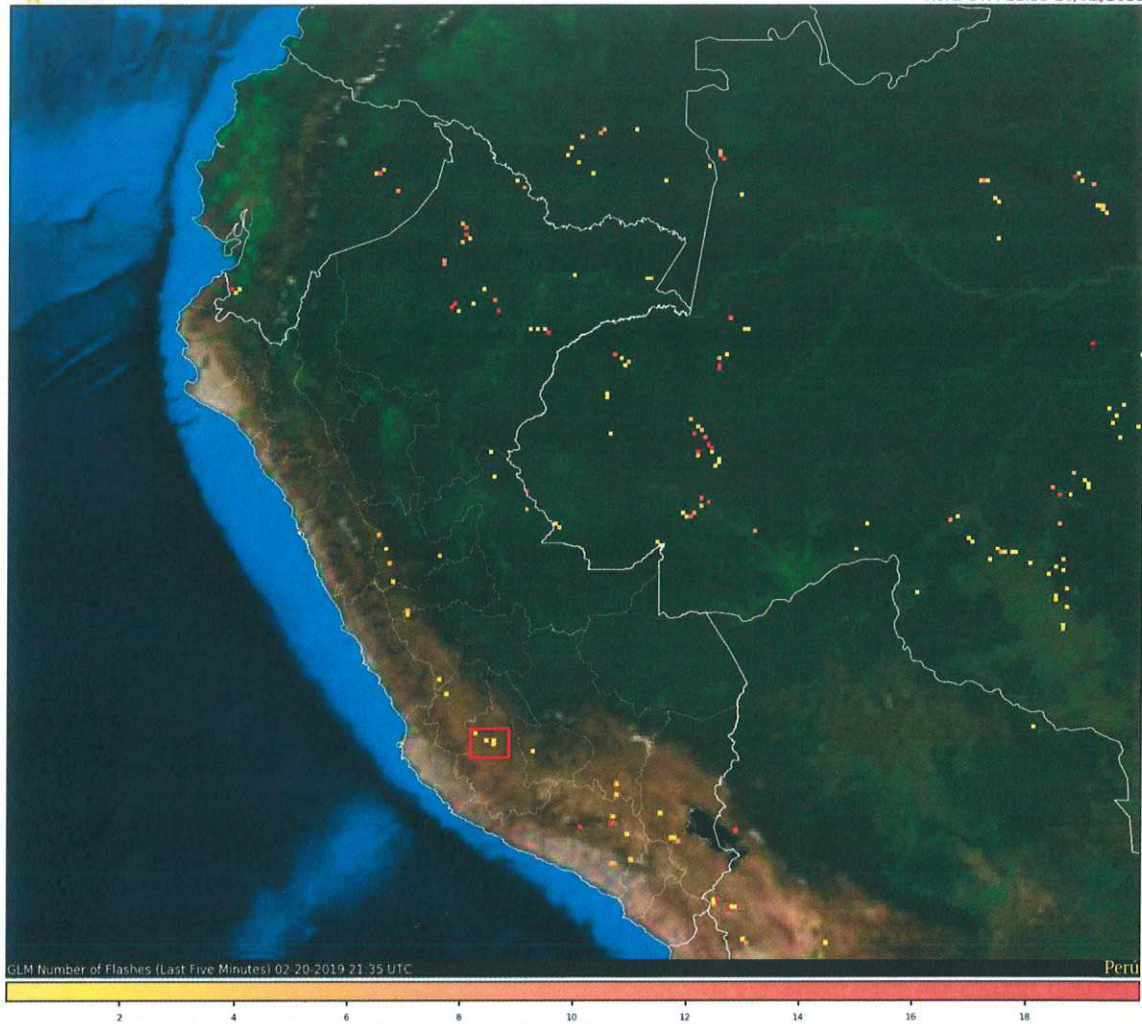
Fuente: Municipalidad distrital de Sacsamarca

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"



GLM FLASH DENSITY

Hora Perú 16:35 20/02/2019
Hora GMT 21:35 20/02/2019



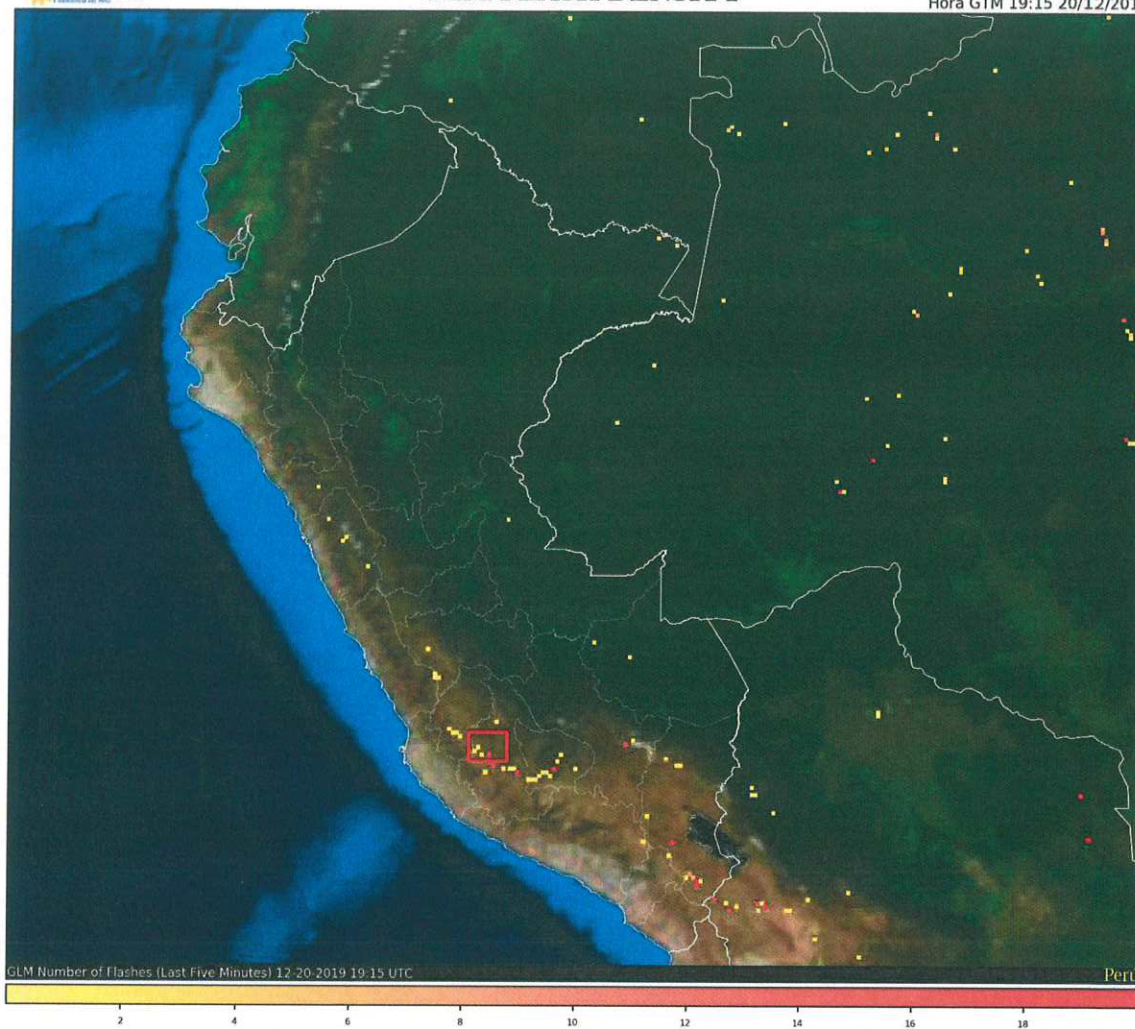
Mapa 3. Imagen satelitales del sensor GLM (Geostationary Lightning Mapper) para la fecha del 20 de enero del 2019. Hora local 16:35.

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"



GLM FLASH DENSITY

Hora Perú 14:15 20/12/2019
Hora GMT 19:15 20/12/2019



Mapa 4. Imagen satelitales del sensor GLM (Geostationary Lightning Mapper) para la fecha del 20 de diciembre del 2019. Hora local 14:15.

V. CONCLUSIONES:

La estación meteorológica de Huancasancos, ubicada a 3440 msnm, se sitúa en la parte baja o de valle del distrito de Sancos, en la zona limítrofe con el distrito de Sacsamarca (zona de interés) y **es representativa de sus zonas bajas**. Sin embargo, **la zona de interés se encuentra entre las cotas de 3700 msnm a 4500 msnm, por lo que se espera que esta región presente mayor número de tormentas eléctricas que las observadas en la estación de Huancasancos.**

- La estación de Huancasancos, presenta los mayores acumulados de precipitación en el verano austral con acumulados mensuales de 137,8 mm en enero, 146,7 mm en febrero y 123,8 mm en marzo; mientras que, el distrito de Sacsamarca presenta anualmente 3 regímenes de precipitación: la zona oeste presenta valores de 501 a 700 mm, la zona central valores de 701 a 900 mm y la zona este y más alta del distrito presenta valores de 901 a 1200 mm. Cabe indicar que en el verano se acumula entre el 60% y 80% de las lluvias anuales.
- A partir de la información procesada se observa que las condiciones pluviométricas en la estación de Huancasancos, representativa de la provincia, presentó una mayor frecuencia de lluvias desde moderadas a extremadamente lluviosas, entre los meses de diciembre a marzo de los últimos 5 periodos de lluvia. Estos eventos estuvieron acompañados de granizos y tormentas eléctricas, tal así, que durante enero de 2017 se ha registrado mayor frecuencia de días moderadamente lluviosos y muy lluviosos, teniéndose un acumulado mensual de 275.6 mm, valor muy por encima del promedio climático (100% de anomalía), asimismo, durante ese periodo se han registrado 4 eventos de granizo y 3 tormentas eléctricas. En territorios de esta parte de la sierra u mayor altitud, como puede ser el caso de Sacsamarca u de otros distritos aledaños, el comportamiento de estos eventos tiende a ser incrementado debido al asenso orográfico y por la influencia de la brisa de valle.
- Las tormentas eléctricas que causaron pérdidas en animales ovinos y vacunos, reportados por el distrito de Sacsamarca, se corroboraron con las imágenes satelitales del sensor GML del GOES 16, a excepción del evento del 20 de noviembre, donde las imágenes satelitales no muestran dicho comportamiento

De acuerdo a Gilford. et al. (1992) y Weidi (2019), se demuestra que, en esta parte de la sierra en las zonas más elevadas las lluvias tienden a ser más intensas, por lo tanto, también mantienen una mayor frecuencia de ocurrencia de granizos y tormentas eléctricas.

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

ANEXOS

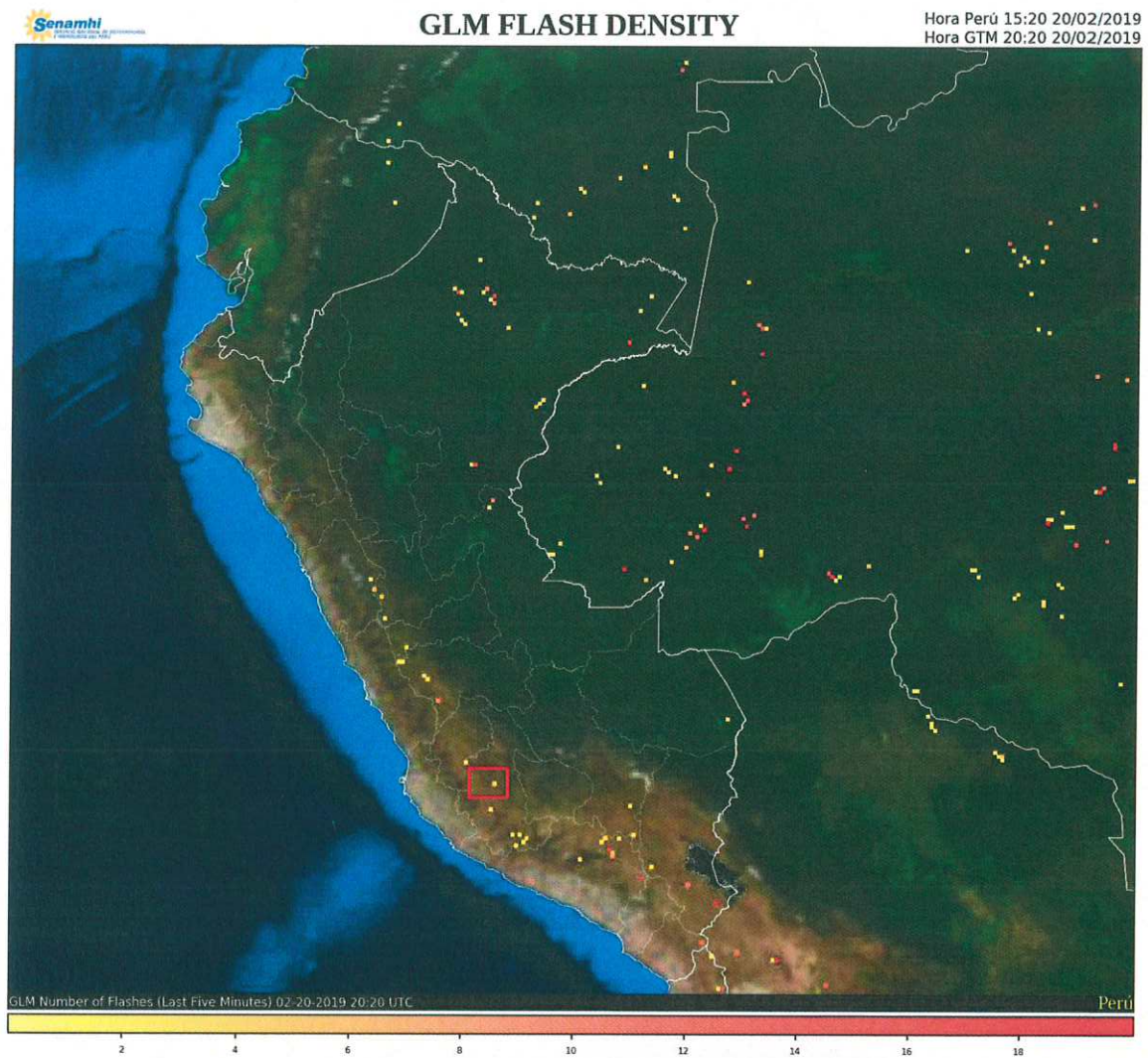
"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

Anexo 1. Mapa de ubicación del distrito de Sacsamarca (Área en color rojo).



Anexo 2. Imágenes satelitales del sensor GLM (Geostationary Lightning Mapper) para la fecha del 20 de enero del 2019.

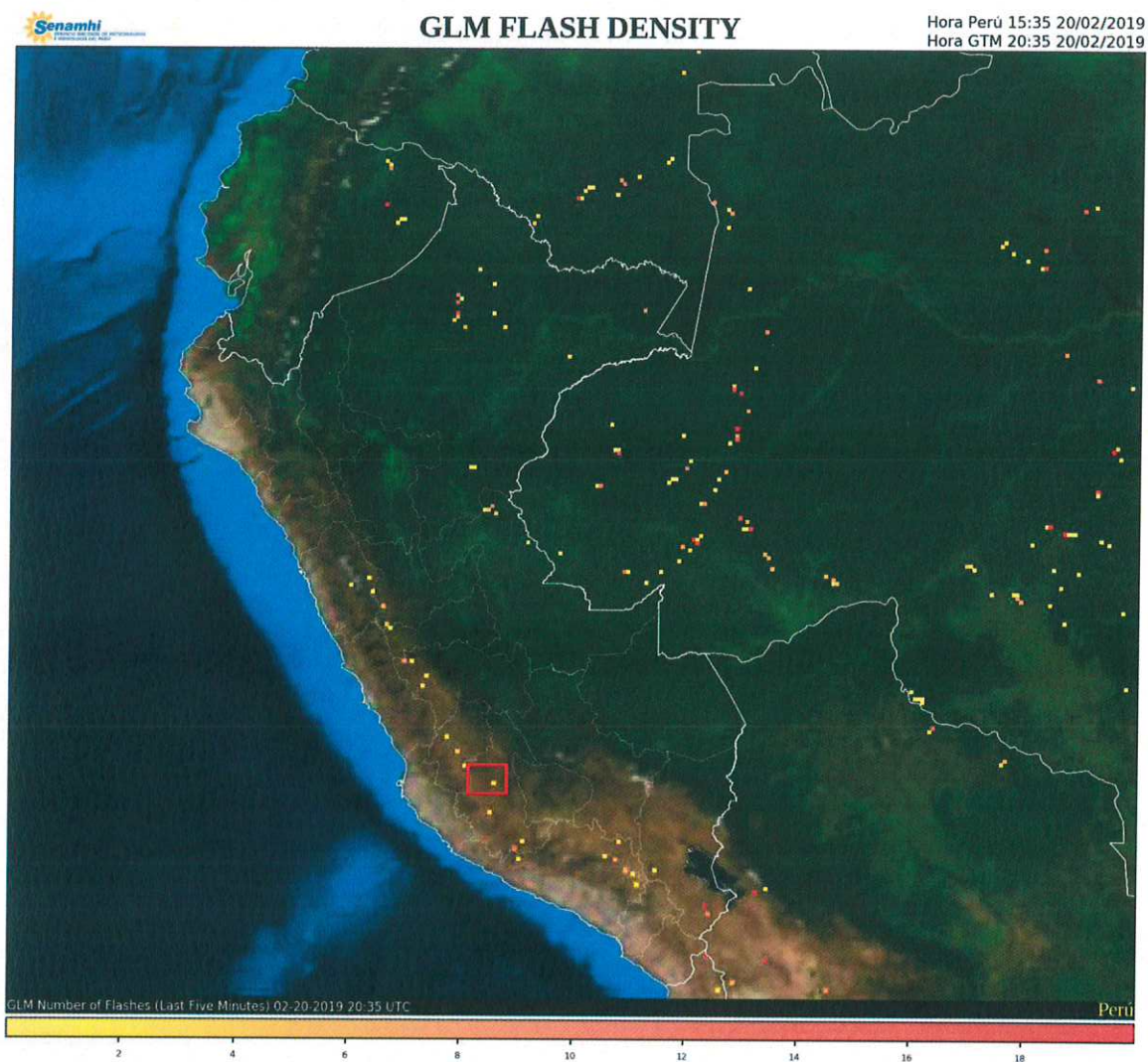
a) Imagen para las 15:20 horas



oh

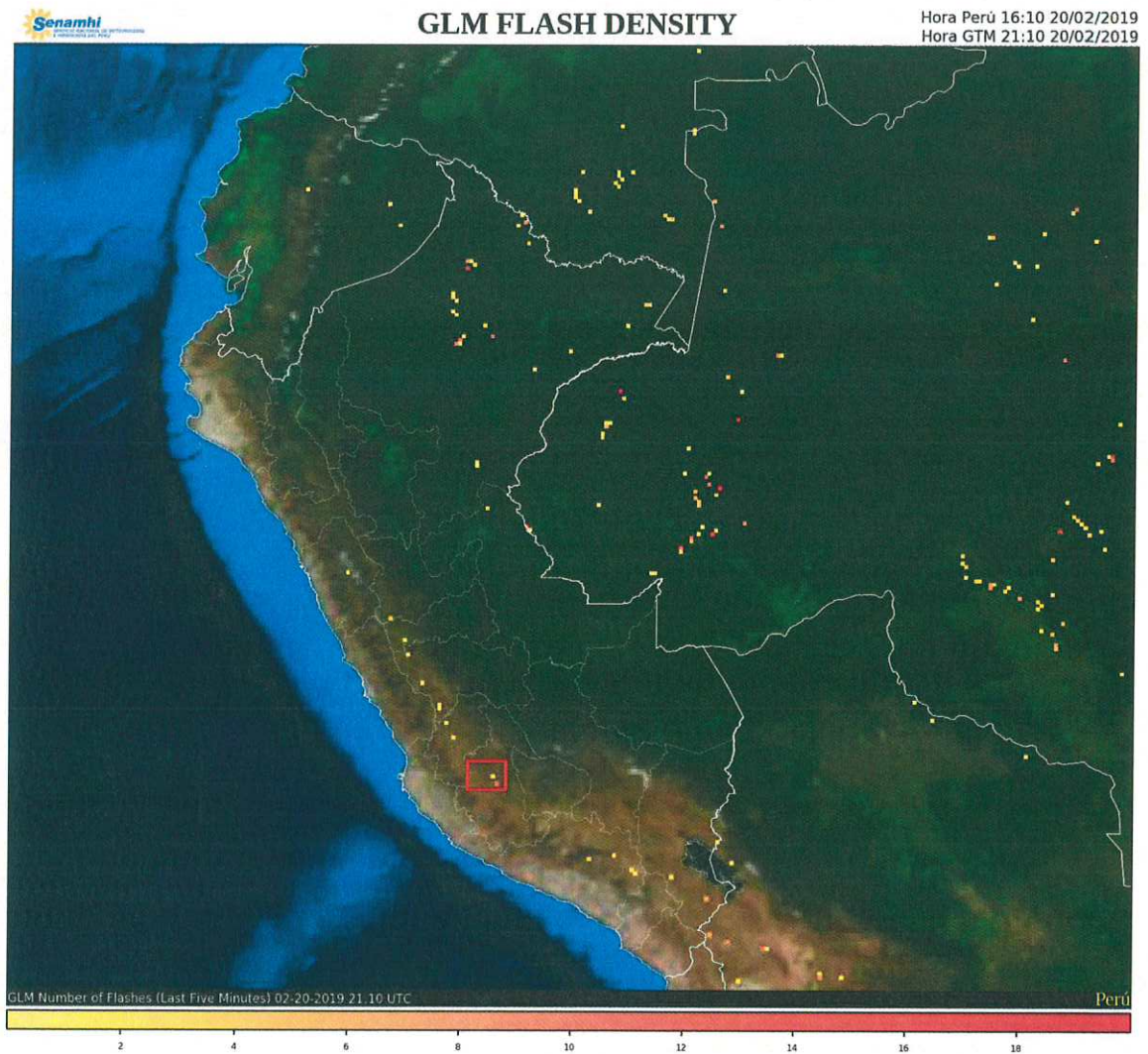
"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

b) Imagen para las 15:35 horas



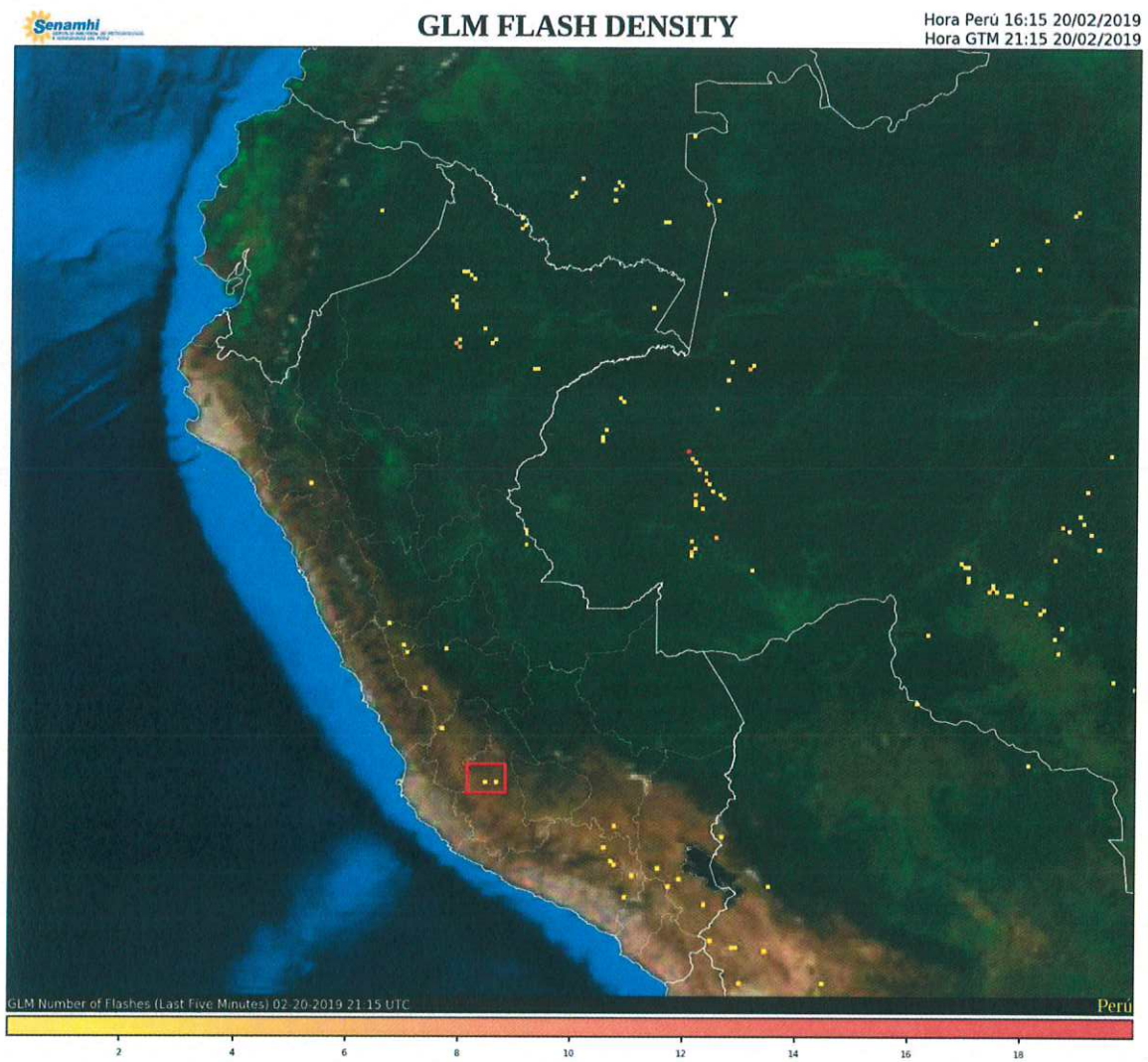
"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

c) Imagen para las 16:10 horas



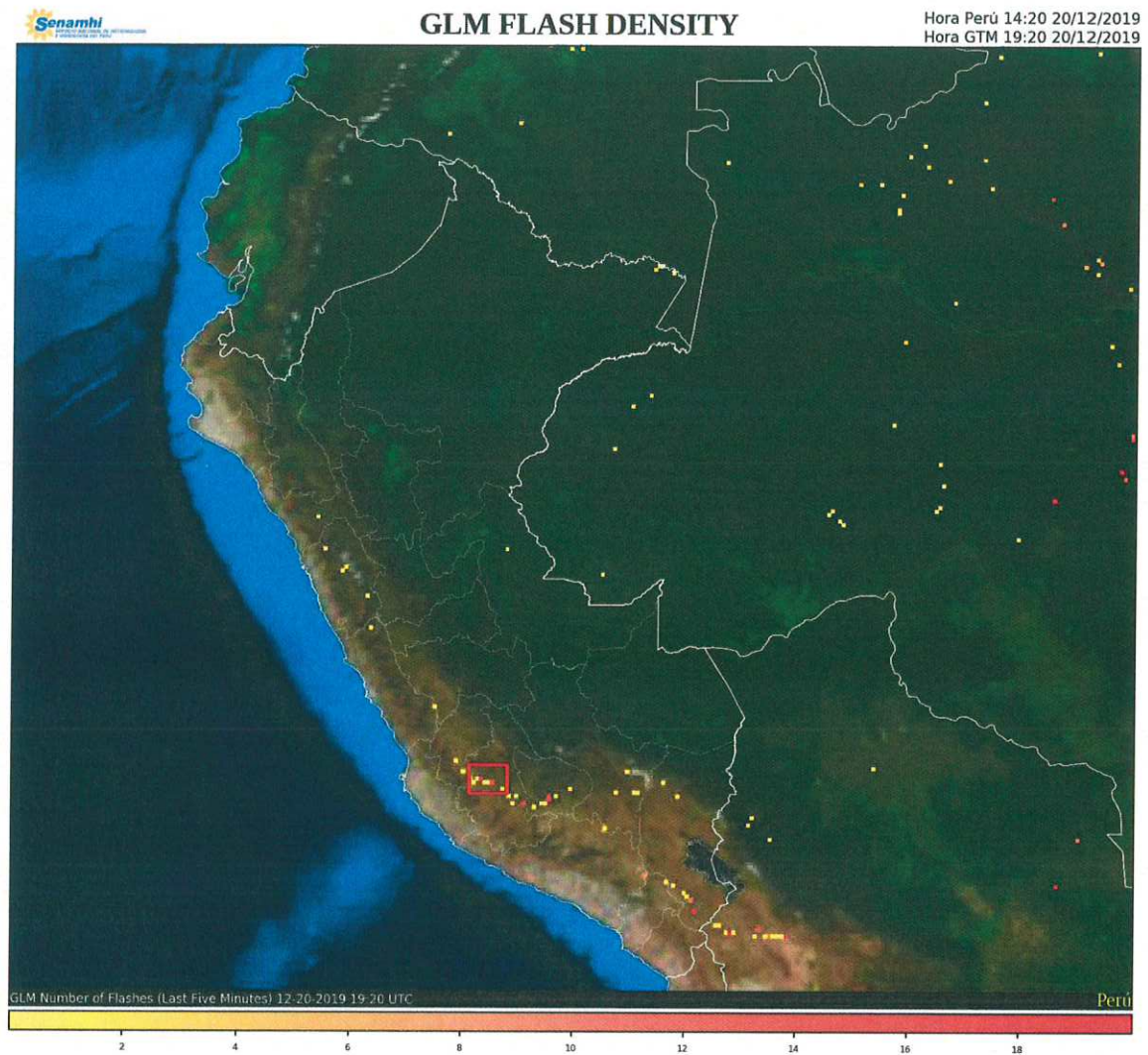
"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

d) Imagen para las 16:15 horas



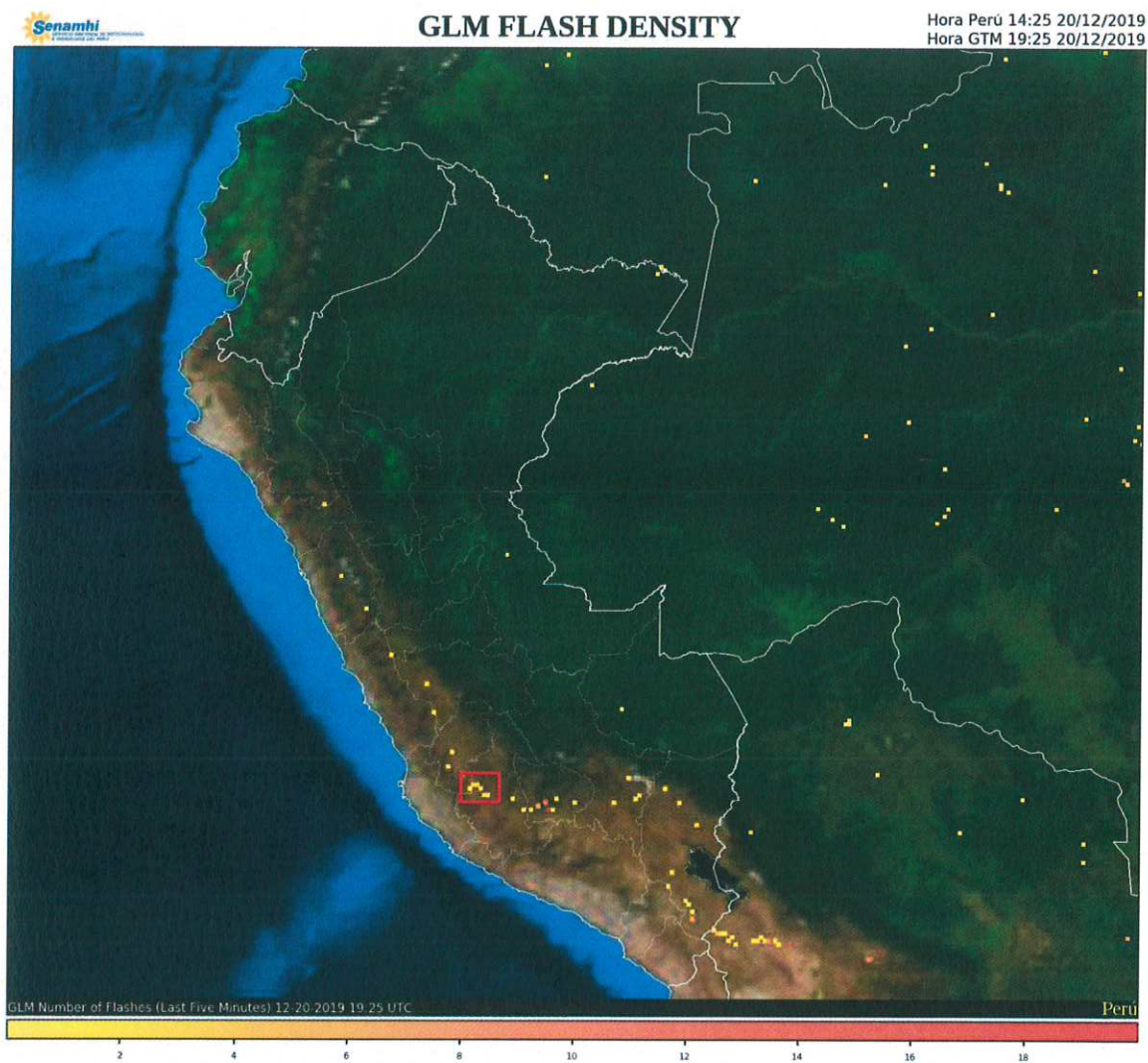
Anexo 3. Imágenes satelitales del sensor GLM (Geostationary Lightning Mapper) para la fecha del 20 de diciembre del 2019.

a) Imagen para las 14:20 horas



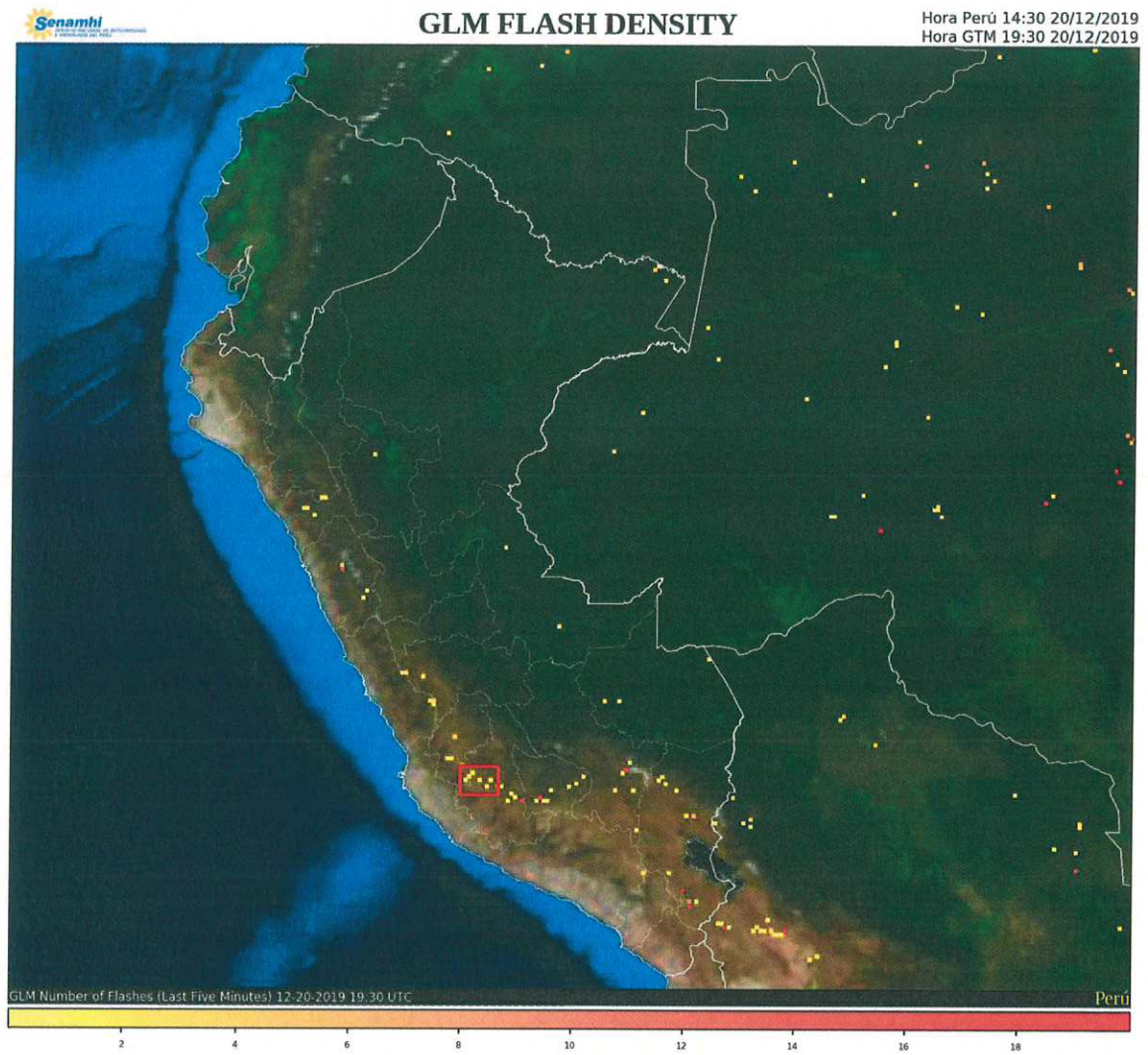
"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

b) Imagen para las 14:25 horas



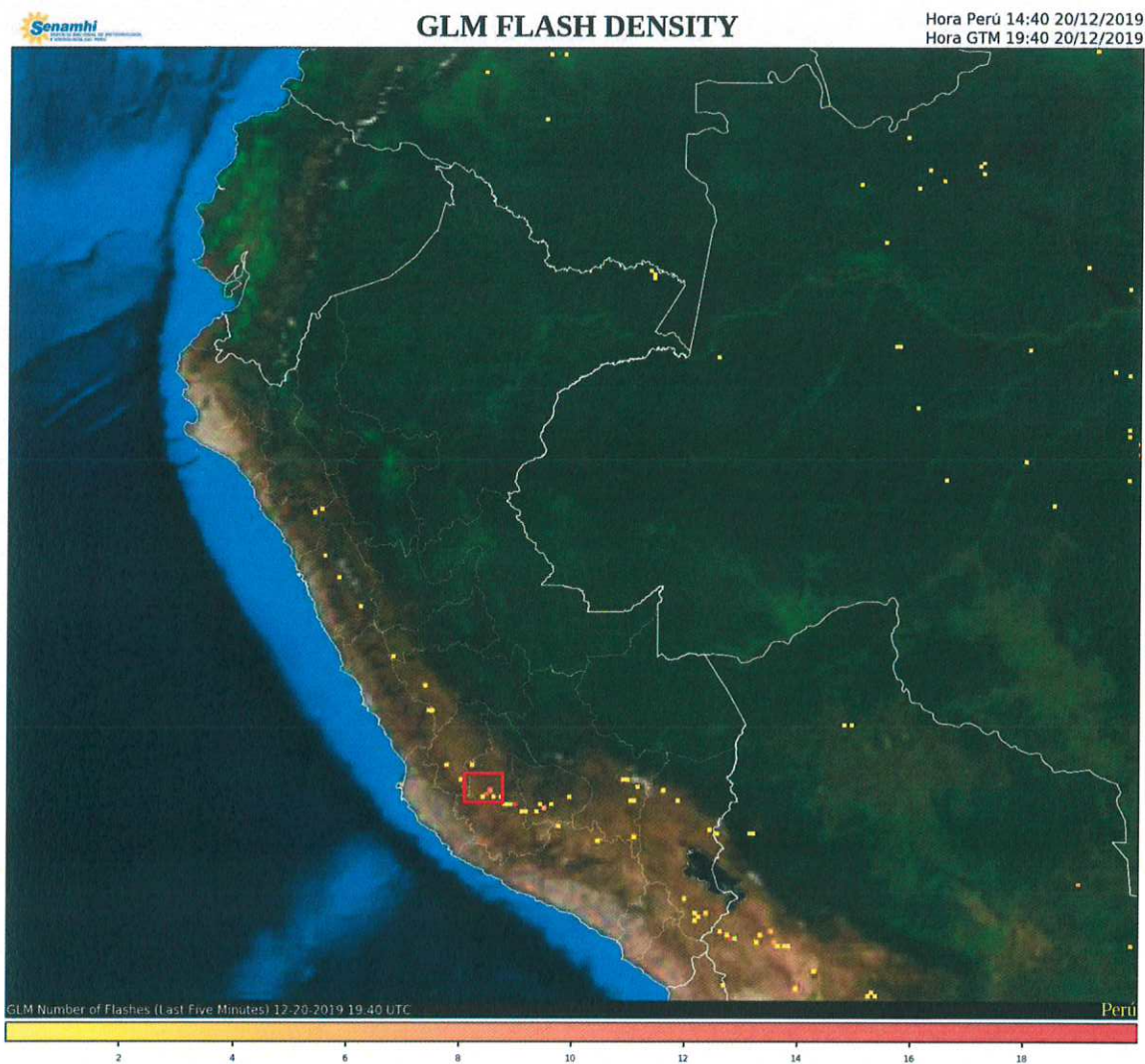
"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

c) Imagen para las 14:30 horas

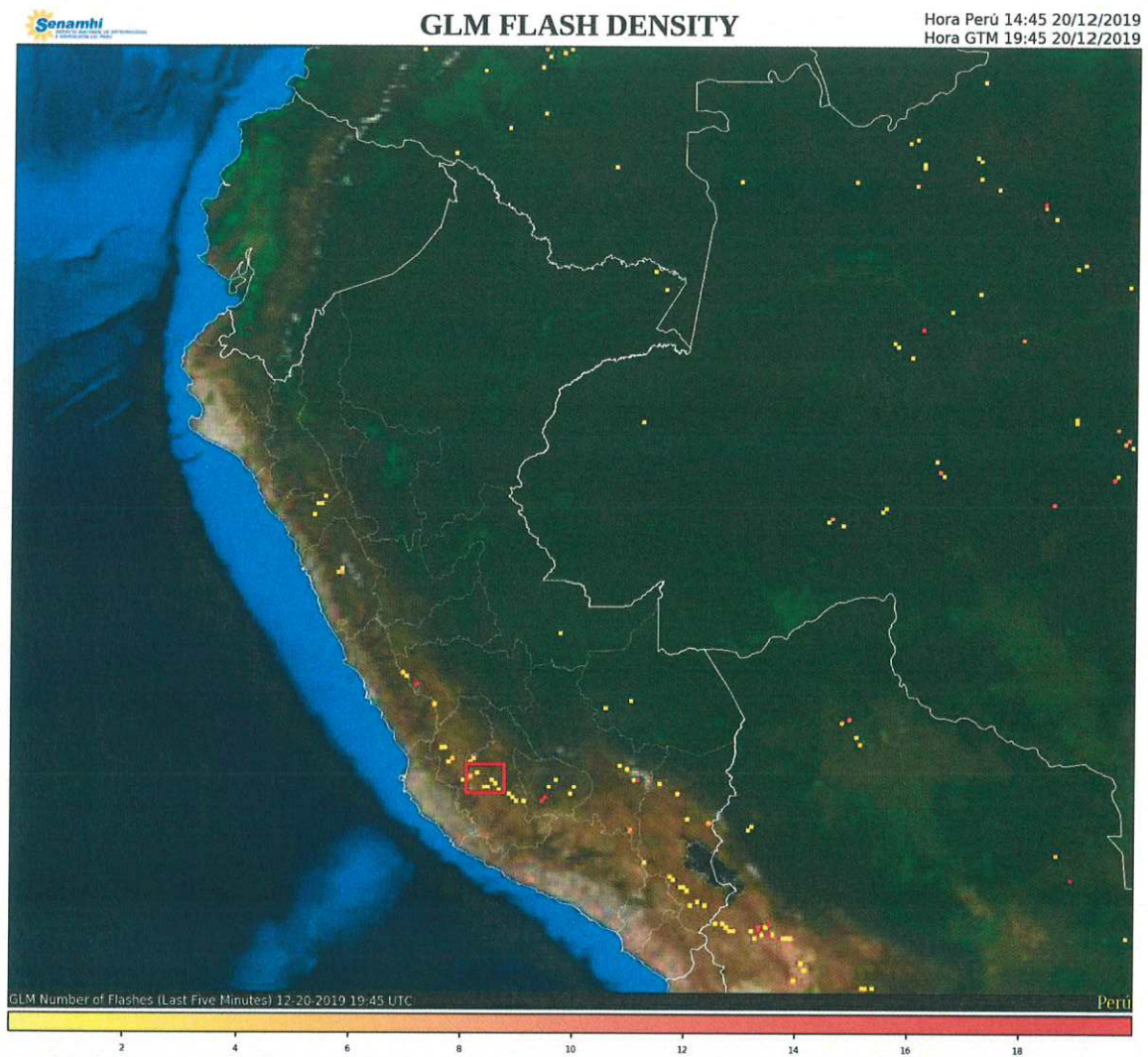


"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

d) Imagen para las 14:40 horas



e) Imagen para las 14:45 horas



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

Atentamente,

Firmado Digitalmente

GRINIA JESUS AVALOS ROLDAN
SUBDIRECTOR DE PREDICCIÓN CLIMÁTICA