

### **3. DIAGNOSTICO DEL ESTADO INICIAL DEL AMBIENTE FISICO Y BIOTICO**

#### **3.1 Clima**

El área de estudio corresponde a un clima BSw<sup>h</sup>2 según la clasificación de W. Köppen, característico de las llanuras del Chaco, “con inviernos secos muy calientes” de temperaturas mayores a 25 °C pero con variaciones en el mismo invierno producto de vientos fríos provenientes del sur.

En el oriente boliviano entre el 60 al 80% de las precipitaciones se presentan durante el verano, siendo los meses más lluviosos diciembre, enero, febrero y marzo. La estación seca, donde puede llover de 0 al 20%, es en otoño, invierno y primavera con un mínimo de mayo a julio. Dos periodos de transición separan estas dos épocas, uno en abril y otro de septiembre a noviembre.

En el área de estudio las precipitaciones varían desde 1150 mm/año para la zona de la planta de Río Grande, hasta 600 mm/año en el área cercana a la población de Ñancaroinza. Existen pocas estaciones meteorológicas que presentan registros completos de temperatura y precipitación. En el siguiente cuadro se muestran las localidades y el tipo de información con la que cuentan. Por este motivo, en lo concerniente al balance hídrico se han referido los estudios a la estación meteorológica de la ciudad de Villamontes representativa del sector Sur del área de estudio y la estación de San Antonio del Parapetí representativa del centro y Norte del área. (Ver ubicación respecto a las Isoyetas e Isotermas en el Mapa Zonas de Vida).

Para el área de la ciudad de Villamontes, la temperatura media anual es de 24° C con variaciones medias anuales de 18°C a 25°C, para las estaciones secas, y de 25.5°C a 27.4°C, para la época lluviosa. La temperatura mínima ( – 5° C) puede registrarse en los meses de junio a agosto y la máxima ( 45° C) en los meses de diciembre y enero.

La humedad relativa del medio ambiente, indica un promedio anual de 70%, con valores medios mensuales de la humedad relativa más altos (85 %) en el mes de mayo y más bajos (50%) en el mes de octubre (PROVISA, 1990).

Del balance hídrico anual (adjunto) calculado por el método de Thornthwaite y con una evaporación afectada por un coeficiente (0.8), se infiere que existe déficit de humedad de abril a diciembre sin presentarse exceso de humedad en ningún mes del año (PROVISA, 1990).

La evaporación observada en la “Estación de Villamontes” es de 1975 mm/año, la evaporación mensual media más alta es de 226 mm, para el mes de octubre, y la más baja es de 95 mm para el mes de junio (PROVISA, 1990). En consecuencia, el clima es cálido, sin cambio térmico invernal muy definido, semiseco, con invierno y primavera secos y veranos con lluvias (CODETAR, 1974).

Toda el área de estudio se encuentra afectada por vientos frecuentes provenientes del sur (llamados comúnmente “surazos”), que durante otoño e invierno llegan desde el sur del Pacífico. Según Montes de Oca (1997), son masas de aire polar que penetran al continente sudamericano y canalizadas por los Andes, se desplazan hacia el norte llegando a Bolivia. Este aire polar frío y pesado, levanta el aire tropical caliente y liviano que hay en el país, generando un frente frío caracterizado por una fuerte nubosidad. Este frente frío se desplaza con velocidades que varían de 2 a 10 nudos y con ráfagas de hasta 20 nudos.

Josyane Ronchail, indica que en los llanos, la circulación de los alisios del norte es la más frecuente. A veces, sobretodo en invierno, esta circulación se invierte, 6 hasta 8 veces en tres meses, produciendo surazos que son fuertes vientos fríos y secos de sur que súbitamente llevan temperaturas que pueden ser muy bajas.

Los datos de registros climáticos de las estaciones meteorológicas de SENAMHI más cercanas al área de estudio, situadas en las localidades de Villamontes, ubicada parte sur del área de estudio y estación San Antonio, ubicada en la parte central del área de estudio permite inferir una visión adecuada del clima del área.

### 3.1.1 Temperatura

La temperatura media anual para la zona, varía entre 23,6.C° (estación Villamontes) y 23.8 C° (estación San Antonio).

Los datos disponibles de la estación de Villamontes corresponden al período enero-diciembre 1992. A continuación en el cuadro N° 4 se indican los datos de temperaturas media, máxima extrema y mínima extrema:

#### CUADRO N° 4 / ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA VILLAMONTES

##### TEMPERATURA MEDIA AMBIENTE (°C) 1992

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
26.4	27.0	27.3	27.4	26.5	25.5	22.8	20.5	18.0	18.3	20.7	23.3	26.6

##### TEMPERATURA MÁXIMA EXTREMA (°C)1992

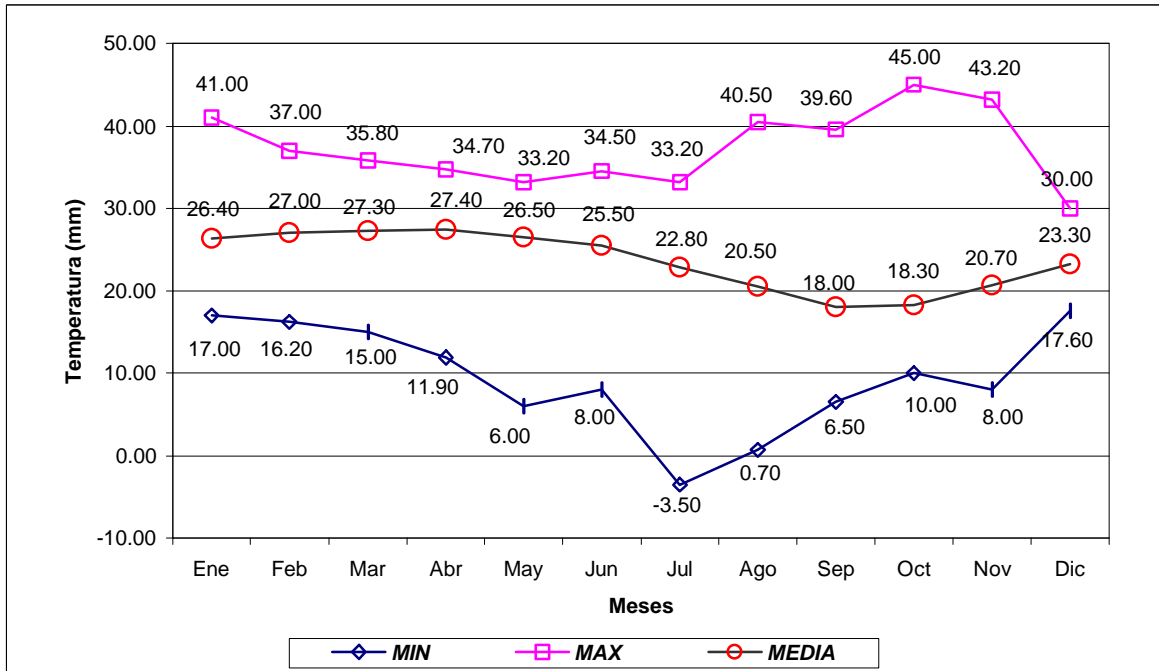
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
1992	41.0	37.0	35.8	34.7	33.2	34.5	33.2	40.5	39.6	45.0	43.2	30.0	37.3

##### TEMPERATURA MÍNIMA EXTREMA (°C) 1992

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
17.0	16.2	15.0	11.9	6.0	8.0	-3.5	0.7	6.5	10.0	8.0	17.6	9.45

Así mismo, los valores de las temperaturas máxima media y mínima mensual de la estación Villamontes, se muestran en la Figura N° 1.

**FIGURA Nº 1/ TEMPERATURA ESTACIÓN VILLAMONTES**

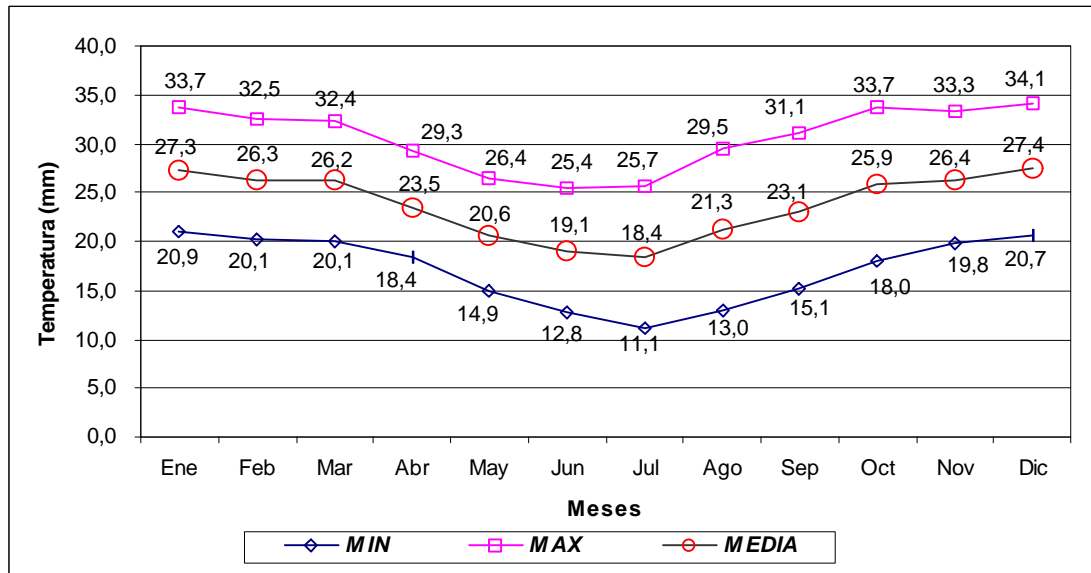


Los datos de temperatura que se indican en la figura Nº 1, se tiene una temperatura media anual de 23,6 °C con unas variaciones medias anuales de 18 °C a 25 °C, para la estación seca, y de 25,5 °C a 27.4°C, para la época lluviosa.

Los periodos críticos con temperaturas bajo cero o heladas, se tiene temperaturas mínimas (- 3.5°C) registradas en el mes de julio y la máxima (45°C) en el mes de octubre.

Los valores de temperatura máxima media y mínima mensual de la estación San Antonio, se muestran en la Figura Nº 2.

**FIGURA Nº 2 / TEMPERATURAS ESTACIÓN SAN ANTONIO**



Los datos de temperatura de la estación San Antonio que se indican en la figura Nº 2, se tiene una temperatura media anual de 23,8°C con unas variaciones medias anuales de 18,4 °C a 26,2 °C, para la estación seca, y de 25,9 °C a 27.4°C, para la época de lluvias.

En general el área de estudio está caracterizada por sufrir fríos intensos breves y temporales en invierno, provocados por frentes fríos que provienen del Sur, tal como se evidencia por la temperatura mínima registrada en los meses de julio a agosto. A excepción de ese evento, los registros son indicativos de una zona de temperaturas templadas y altas. Las temperaturas extremas, tanto mínima como máxima, son valores instantáneos, medidos en la madrugada y durante el medio día, respectivamente.

Los meses julio y agosto son los más fríos en el área del proyecto coincidiendo con los meses menos lluviosos.

Según El Mapa Ecológico de Bolivia realizado por Unzueta (1975), se deduce que la zona de estudio presenta temperaturas críticamente bajas, durante algún tiempo del año. Tiene además, un rango de temperaturas medias mensuales mayores y temperaturas máximas medias y extremas estacionalmente mucho más elevadas que las otras regiones”.

Así mismo, en lo que se refiere a las temperaturas del área de estudio y de acuerdo al mapa de isotermas, se tienen registradas las temperaturas de 24 °C y 25 °C de temperatura media diaria. Ver Mapa Zonas de Vida (Isotermas).

### **3.1.2 Precipitaciones**

Basándose en el mapa de isoyetas de precipitaciones totales anuales, en el área de estudio se observan tres distintas zonas de precipitación. En general y de acuerdo al mapa de isoyetas las lluvias disminuyen de Oeste a Este y la precipitación promedio anual del área de estudio varía entre 600 a 1100 mm/año, siendo menores las precipitaciones en el sector medio del área con 600 a 700 mm/año. En los extremos del área (zona norte y Yacuiba), se tienen precipitaciones de 800 a 1100 mm/año. Ver Mapa zonas de vida (Isoyetas).

La precipitación pluvial es un fenómeno que se da sin mucha variación de intensidad entre las áreas escarpadas de la Serranía Aguaragüe y las planicies del área de estudio.

Para medir este parámetro, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) cuenta con la Estaciones climatológicas de Villamontes y San Antonio, ubicadas en las localidades del mismo nombre. Los siguientes cuadros N° 5, 6 y gráficos N° 3 y 4 muestran un resumen de los datos pluviométricos de las citadas estaciones. La precipitación anual para la zona, varía entre 898,7 mm (estación Villamontes) y 684,9 mm (estación San Antonio).

A continuación en las tablas y figuras que se indican a continuación se muestran los datos de ubicación de las Estaciones y los registros de las precipitaciones mensual promedio.

**CUADRO 5 / PRECIPITACIÓN PLUVIAL ANUAL EN EL AREA DE ESTUDIO**

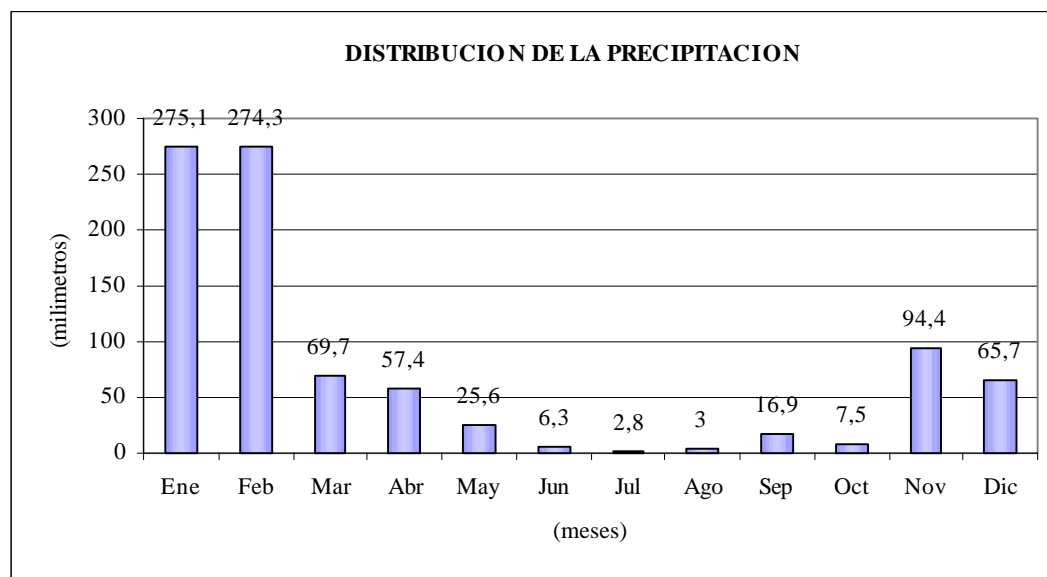
Estación	Precip. (mm)	Altitud (msnm)	Coordenadas	
			Latitud S	Longitud O
Villamontes	898,7	397	21° 15´	63° 28´
San Antonio	684,9	630	20° 00´	63° 11´

Los datos disponibles más recientes de la estación de Villamontes corresponden al período de 1992. La siguiente tabla muestra los datos de precipitación media mensual para el periodo de 1992.

**CUADRO 6 / ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA VILLAMONTES  
PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (MM)**

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
275.1	274.3	69.7	57.4	25.6	6.3	2.8	3.0	16.9	7.5	94.4	65.7	898.7

**FIGURA NO 3 / PRECIPITACIÓN MENSUAL PROMEDIO,  
ESTACIÓN VILLAMONTES (SENAMHI, 1992).**

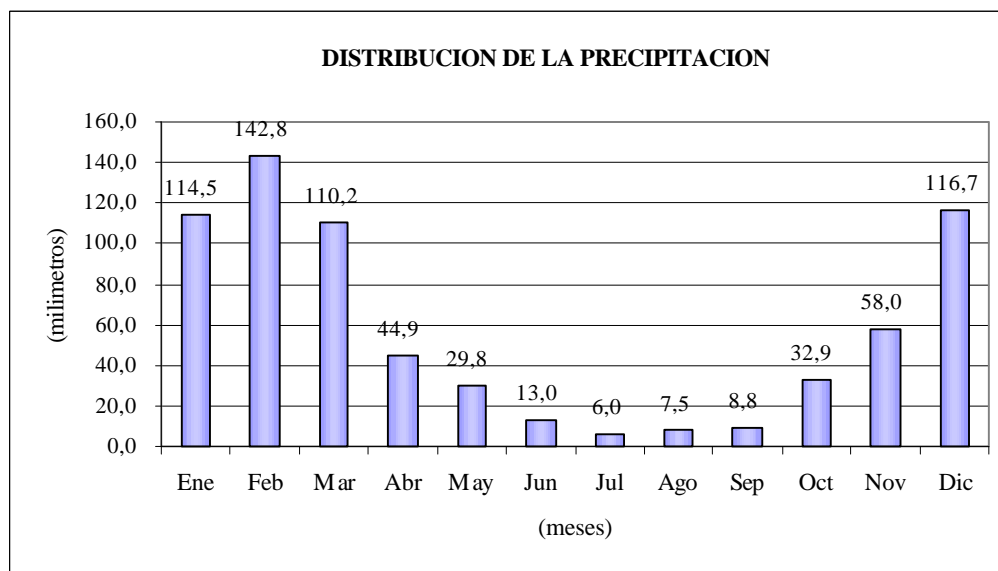


De acuerdo a la Figura N°3, la precipitación está concentrada en un periodo lluvioso, en los meses de noviembre a marzo con 779,2 mm de precipitación acumulada, lo que representa la 87 % de las precipitaciones. El periodo seco se presenta entre los meses de junio julio y agosto con 119,5 mm de precipitación acumulada, lo que hace el.13.% de la precipitación total.

Como se puede deducir de la información brindada, la zona de estudio presenta eventos lluviosos de corta duración y gran intensidad en los meses de enero y febrero.

Sobre los datos de precipitación de la estación San Antonio se indican en la Figura N° 4

**FIGURA N° 4 PRECIPITACIÓN MENSUAL PROMEDIO ESTACIÓN SAN ANTONIO**



De acuerdo a la figura N° 4, la precipitación está concentrada en un periodo lluvioso, en los meses de noviembre a marzo con 542.2 mm de precipitación acumulada, lo que representa la 79 % de las precipitaciones. El periodo seco se presenta entre los meses de abril a octubre con 142.8 mm de precipitación acumulada, lo que representa el 21 % de la precipitación total.

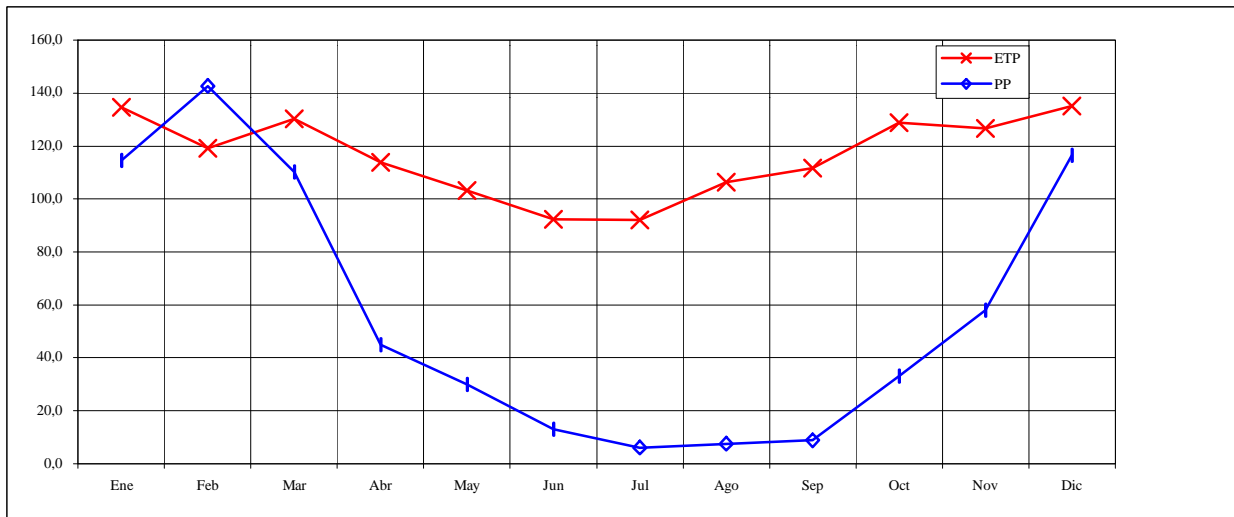
### Relación de evaporación potencial

El cálculo de evapotranspiración potencial se realizó por el método de Holdridge, (CUMAT-Iriarte 1985). Haciendo la relación entre “evapotranspiración potencial” y la “precipitación anual”, donde el grado de humedad en el ambiente es húmedo para los meses de diciembre a marzo, mientras que para los meses de abril a noviembre son secos, siendo la evapotranspiración total anual igual a 5.5, (estación Villamontes) y (estación San Antonio), lo que nos indica que el ambiente es seco, Ver cuadro N° 7 y 8 y Figuras N° 5.y 6.

**CUADRO N° 7 RELACIÓN DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL.  
ESTACIÓN SAN ANTONIO**

DESCRIPCION	MESES												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
<b>Temperatura (°C)</b>	27.3	26.3	26.2	23.5	20.6	19.1	18.4	21.3	23.1	25.9	26.4	27.4	23.8
<b>Biotem.</b>	27.0	26.1	26.1	23.5	20.6	19.1	18.4	21.3	23.1	25.8	26.2	27.1	23.7
<b>ETP</b>	134.8	119.2	130.4	113.9	103.2	92.3	91.9	106.3	111.6	128.9	126.8	135.3	116.2
<b>PP (mm)</b>	114.5	142.8	110.2	44.9	29.8	13.0	6.0	7.5	8.8	32.9	58.0	116.7	684.9
<b>ETP/P</b>	1.2	0.8	1.2	2.5	3.5	7.1	15.4	14.1	12.6	3.9	2.2	1.2	5.5

En la siguiente figura, se muestra las curvas de evapotranspiración potencial y la precipitación media mensual estación San Antonio



A continuación se indica en el Cuadro N° 8 el balance hídrico de la estación Villamontes.

**Cuadro N° 8 / BALANCE HIDRICO  
PARA LA ZONA DE VILLAMONTES (Provisa, 1990)**

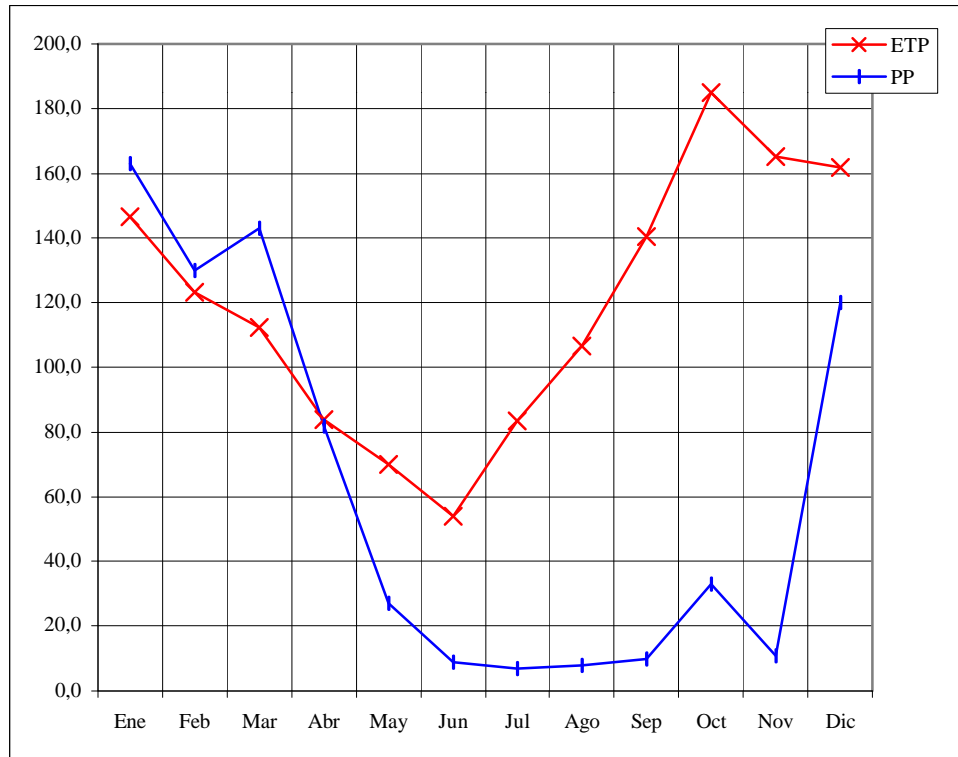
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
<b>T° C</b>	26,4	27,0	27,3	27,4	26,5	25,5	22,8	20,5	18,0	18,3	20,7	23,3	23,6
<b>Precip.</b>	163,0	130,0	143,0	82,0	27,0	9,0	7,0	8,0	10,0	33,0	11,0	120,0	843,0
<b>Evap.</b>	183,4	154,7	140,5	105,0	87,2	67,5	104,5	133,2	175,6	231,2	206,5	202,4	1791,8
<b>ETP</b>	146,7	123,2	112,4	84,0	70,0	54,0	83,6	106,5	140,5	184,9	165,2	161,9	1432,9
<b>Almac.</b>	16,3	6,8	30,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	53,7
<b>Defic.</b>	--	--	--	2,0	43,0	45,0	76,6	98,5	130,5	151,9	54,0	41,9	643,4
<b>Exc.</b>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Referencias:**

**T° C** = temperatura en ° C  
**Precip.** = precipitación en mm  
**Evap.** = evaporación en mm  
**ETP** = evapotranspiración en mm

**Almac.** = almacenamiento en mm  
**Defic.** = déficit en mm  
**Exc** = exceso

**FIGURA Nro. 6 / CURVAS DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL Y LA PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL**



Del balance hídrico anual (Cuadro N° 8) calculado por el método de Thornthwaite, indica un déficit de humedad de abril a diciembre sin presentarse exceso de humedad en ningún mes del año.

La evaporación observada en la Estación Villamontes es de 1791,8 mm/año, la evaporación mensual media más alta es de 231.2 mm, para el mes de octubre, y la más baja es de 67.5 mm para el mes de junio (PROVISA, 1990). En consecuencia el clima es cálido, sin cambio térmico invernal muy definido, semiseco, con invierno y primavera secos y veranos con lluvias.

### 3.1.4 Vientos

De acuerdo con los datos registrados durante los años 1992 a 2000 en la estación meteorológica de Villamontes, la dirección predominante de los vientos a nivel es de sur a norte, como muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO 9. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA VILLAMONTES  
VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS (NUDOS)**

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
4S0	4S	3EN	4S	3S	3EN	4S	6S	8S	7S	6S	6EN

Adicionalmente se puede indicar que en el área del proyecto, se presentan ocasionalmente heladas que afectan los cultivos ubicados en el pie de monte de la Serranía Aguaragüe. Sin embargo este fenómeno natural, no se presenta todos los años.

La zona estudiada, sobre todo la parte norte hasta la localidad de Abapo, registra vientos de considerable intensidad provenientes del Norte y Noroeste. Estas ráfagas producen acumulaciones de arena y campos de dunas características de la zona sur de Santa Cruz y margen derecha del río Grande.

### Calidad de aire

Se presume que la calidad del aire en el área del proyecto es buena, es decir que se encuentra dentro de los parámetros de calidad establecidos de manera preliminar por el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, debido a la ausencia de fuentes significativas de emisiones contaminantes en el área del proyecto.

Los factores que afectan, de manera temporal y localizada esta calidad de aire son:

➤ **Tránsito de vehículos livianos y pesados:**

Circulación vehicular en la carretera que une Santa Cruz con Yacuiba y otras carreteras menores. Principalmente maquinaria agrícola, transporte de pasajeros, camiones.

Circulación vehicular sobre algunos tramos del actual derecho de vía (YABOG).

➤ **Vientos de 6 a 8 nudos entre septiembre y octubre.**

Producto del movimiento del aire se pone en suspensión partículas de granulometría muy fina que alteran las condiciones de manera local y por un breve lapso de tiempo.

➤ **Chaqueos**

Son producto de la utilización de la tierra para ser cultivada, tienen poca significancia en el área del proyecto, con un máximo de expresión durante los meses de julio, agosto y septiembre. Estos impactos sobre la calidad del aire son localizados y de corta duración.

➤ **Actividades Industriales**

En las ciudades importantes como Villamontes y Yacuiba se desarrollan actividades industriales, principalmente ladrilleras, aserraderos y otras industrias menores que generan impactos mínimos sobre la población aledaña.



### CUADRO DE ESTACIONES METEOROLOGICAS

Nombre de la Estación	Fecha Instalación	Ubicación Geográfica		Provincia	Elevación m.s.n.m.	Elementos registrados	Periodo de registro				Propietario o Responsable	Tipo de Estación
		Lat.S.	Long. W.				Sin Interrupción desde	Interrumpido hasta	Interrumpido desde	Interrumpido hasta		
Crnel. ARMANDO GOMEZ	1969	18° 39´	63° 01´	Cordillera	389	Precipitación Temp. Ambiente H. Relativa Vientos	1969 1969 1969 1971	Pte. Pte. Pte. Pte. Pte.	-	-	CORGEPAI	Climatología Ordinaria (CO)
FLORIDA	1977	18° 34´	63° 23´	Cordillera	570	Precipitación	1977	Pte.	-	-	SNMH	Pluviométrica (P)
RIO SECO	-	18° 39´	63° 14´	Cordillera	480	Precipitación	-	-	-	-	-	Pluviométrica (P)
CABEZAS	1969	18° 47´	63° 19´	Cordillera	470	Precipitación	1969	Pte.	74	75	ENDE-SNMH	Pluviométrica (P)
MASICURI	1969	18° 59´	63° 42´	Vallegrande	400	Precipitación	1969	Pte.	-	-	SNMH	Pluviométrica (P)
ABAPO	1950	18° 55´	63° 25´	Cordillera	440	Precipitación	1950	Pte.	54-74	69-75	SNMH	Pluviométrica (P)
BEJUCAL	1971	18° 59´	63° 01´	Cordillera	500	Precipitación	1971	1978	75	-	CORGEPAI - SNMH	Pluviométrica (P)
AIMIRI	1971	19° 21´	63° 11´	Cordillera	710	Precipitación	1971	Pte.	75	76	SNMH	Pluviométrica (P)
GUTIERREZ	-	29° 25´	63° 32´	Cordillera	970	Precipitación	-	-	-	-	-	Pluviométrica (P)
ITAGUAZURENDA	1961	19° 47´	63° 05´	Cordillera	690	Precipitación	1961	Pte.	-	-	M. GUTIERREZ	Pluviométrica (P)
CHARAGUA	1977	19° 47´	63° 09´	Cordillera	735	Precipitación	1977	Pte.	-	-	SNMH	Pluviométrica (P)
SAN FRANCISCO	1977	19° 59´	63° 08´	Cordillera	580	Precipitación	1977	Pte.	-	-	SNMH	Pluviométrica (P)
SAN ANTONIO	1971	20° 00´	63°11´	Cordillera	600	Precipitación Temp. Ambiente Vientos	1971 1972	Pte. Pte. Pte.	-	-	SNMH	Climatología Ordinaria (CO)
FLORESTA	1977	19° 59´	63° 02´	Cordillera	600	Precipitación	1977	Pte.	-	-	SNMH	Pluviométrica (P)
TARENDA	1977	19° 59´	63° 06´	Cordillera	600	Precipitación	1977	Pte.	-	-	SNMH	Pluviométrica (P)
CAMIRI	1945	20° 06´	62° 06´	Cordillera	810	Precipitación Temp. Ambiente H. Relativa Vientos	1946 1946 1957 1946	Pte.   Pte.	-	-	AASANA	Sinóptica (S)
BOYUIBE	1977	20° 26´	63° 15´	Cordillera	800	Precipitación	1977	Pte.	6/79	9/79	SNMH	Pluviométrica (P)
VILLAMONTES	-	21° 15´	63° 29´	Gran Chaco	420	Precipitación Temp. Ambiente H. Relativa Vientos	-	Pte.	-	-	PROVISA	Climatología Ordinaria (CO)
YACUIBA	-	22° 01´	63° 40´	Gran Chaco	600	Precipitación Temp. Ambiente H. Relativa Vientos	-	Pte.	-	-	AASANA	Climatología Ordinaria (CO)

