

	<p>PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA</p>	
	<p>ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA</p>	<p>1 de 36</p>





ESTUDIO



**HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA PARA EL
PROYECTO: “ELABORACIÓN DE
EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA:
PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE
PLUVIAL, DE LAS VÍAS
CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA
- MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS
CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA”**

Año 2023



 Manuel I. Vidarte Zelada
 INGENIERO CIVIL
 CIP 117351

	<p>PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA</p>	
	<p>ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA</p>	<p>2 de 36</p>

	<p>PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA</p>	
	<p>ESTUDIO DE HIDROLOGÍA E HIDRAULICA</p>	<p>3 de 36</p>

HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA.

➤ Generalidades.-

Para el desarrollo de la hidrología del área de estudio, se ha utilizado la siguiente metodología:

- Recopilación de información con respecto al clima y los fenómenos que se presentan en la zona (Fenómeno El Niño y La Niña), y el monitoreo de los mismos.
- Identificación y descripción de las cuencas y cursos de agua involucrados en el ámbito del estudio.
- Recopilación de registros de información hidrometeorológica e hidrométrica de las estaciones dentro de cuenca y próximas a ella.
- Evaluación y visita de campo a fin de verificar la información recopilada.
- Evaluación de la información hidrológica (evaluación estadística) con fines de estimar los eventos extremos (precipitaciones máximas, Intensidades de precipitación máxima, descargas máximas, etc.), así como para determinar la recurrencia de los mismos.



La hidrología se define como la ciencia que estudia la disponibilidad y la distribución del agua sobre la tierra. En la actualidad la hidrología tiene un papel muy importante en el planeamiento del uso de los recursos hidráulicos, y ha llegado a convertirse en parte fundamental de los proyectos de ingeniería que tiene que ver con suministro de agua, disposición de agua servidas, drenaje, protección contra la acción de ríos y recreación. De otro lado, la integración de la hidrología con la ingeniería de sistemas ha conducido al uso imprescindible del computador en el procesamiento de información existente y en la simulación de ocurrencia de eventos futuros.

Al desarrollar la hidrología de la ciudad de Máncora, debemos referirnos al Fenómeno “El Niño”, que periódicamente se presenta en esta región, asociadas a lluvias de gran intensidad y grandes caudales en las quebradas próximas a la ciudad, y consecuentemente amenaza de destrucción de bienes privados e infraestructura pública.

2.0 Aspectos Generales del Clima de la Costa Norte del Perú. -

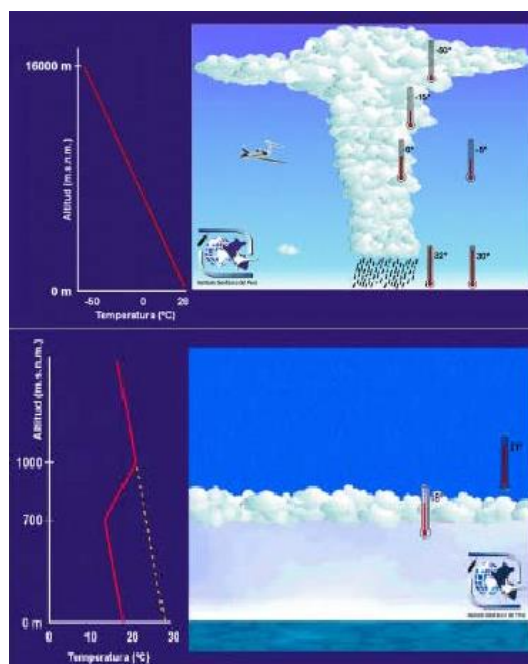
De acuerdo a la latitud en la que se encuentra gran parte del Perú, sobre todo el Norte del País, tendría las características climáticas de un país tropical - similares a muchos lugares de Centroamérica y el Caribe – con grandes precipitaciones, sin embargo, la franja costera del Perú se caracteriza por la poca precipitación o ausencia de la misma.

En el caso de la Costa del Perú, tenemos normalmente una condición que no permite la formación y crecimiento de nubes, debido a la “inversión de la temperatura atmosférica” y a la atmósfera “estable”. La inversión de la temperatura ocurre a lo largo de la Costa peruana a una altura de aproximadamente 700 – 1000 metros sobre el nivel el mar. El

 Petroperú	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	 CYSTLV E.I.R.L.
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	4 de 36

salto de la temperatura en la capa de inversión puede llegar a 15 °C por debajo de la capa tropical, siendo raro los lugares del mundo que muestran esta inversión tan pronunciada. (Ver Figura N° I)

Figura N° I (a y b)





Fuente: "El Fenómeno El Niño y el Clima en el Perú", Instituto Geofísico del Perú – 1998.

- A la Izquierda se muestra la formación de nubes a grandes alturas de la atmósfera (cumulo – nimbus) y esquemáticamente la gradiente de temperatura.
- A la derecha se muestra la formación de nubes bajas estratificadas limitadas en su ascenso por una inversión de la temperatura, como es el caso de la Costa Norte Peruana.

La inversión de la temperatura se debe a la temperatura baja del mar, los aires que están en contacto con el mar toman su temperatura y por turbulencia se mezclan con otros aires que hasta aproximadamente los 1000 msnm, donde continúan los aires tropicales. Así, los aires por encima de los mil metros son tropicales, como los de cualquier país tropical.

La frialdad de las aguas del mar se debe a la presencia de la Corriente de Humboldt y el afloramiento de la misma, debido a los vientos alisios y a la fuerza a efectos de la aceleración de Coriolis a consecuencia de la rotación de la tierra.

	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	5 de 36

El desarrollo de la hidrología de la ciudad de Máncora, sin duda debe estar vinculada al Fenómeno “El Niño”, que periódicamente se presenta en esta región, asociado a lluvias de gran intensidad y la presencia de grandes caudales en las quebradas, con la consecuentemente amenaza de destrucción de bienes privados e infraestructura pública.

Las descargas máximas del río Máncora, están asociadas a la característica estocástica de las precipitaciones normales sobre la cuenca (Clima) y a la influencia del Fenómeno El Niño, cada una con frecuencias de recurrencia diferentes; que probablemente algunas veces hayan coincidido en severidad y ocasionado grandes tormentas y huaycos.

Según lo descrito, en condiciones normales la precipitación en la ciudad de Máncora debe ser escasa. Sin embargo, por alguna razón los vientos alisios invierten su flujo y las aguas calientes en forma de onda se desplazan hacia la costa sudamericana, propagándose hacia el sur y el norte, invadiendo con aguas calientes la Costa del Perú – lo que ocurre durante el Fenómeno El Niño.

3.0 Fenómeno El Niño. -



El Fenómeno “El Niño”, es un fenómeno natural de origen Océano Atmosférico, que afecta a casi todo el planeta, manifestándose con más fuerza en el litoral del Pacífico Sur, en Australia é Indonesia. Entre los factores que originan el fenómeno y se intercalan entre sí, tenemos:

- El calentamiento de las aguas superficiales del mar, expresado en términos de anomalías, que evalúa las temperaturas del mar.
- Índice de Oscilación del Sur (ENOS), que expresa la diferencia de la presión barométrica entre Darwin (Australia) y Tahití (Polinesia).
- La Influencia de la Zona de Convergencia Intertropical, que evalúa la perturbación tropical que se forma como resultado de la convergencia de los vientos alisios ecuatoriales de los Hemisferios Norte y Sur, en las cercanías de la línea ecuatorial.
- La profundización de la Termoclina, que define el espesor del agua caliente en el mar.

3.01 Historia de los Fenómenos.-

Históricamente, el Fenómeno “El Niño” se presenta hace miles de años en forma recurrente. Se han registrado Niños de leves a catastróficos. A continuación, se presenta el Cuadro N° I y el Cuadro N° II.

Cuadro N° I

	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	6 de 36



**RÉCORD DE ENSOS: REGISTROS DE NIÑOS DETERMINADOS POR
INVESTIGACIONES EN ZONAS ARQUEOLÓGICAS**

FECHA	CARACTERISTICAS
ENSO del 900 a 700 a. c.	Perfil en el Cerro Sechín
ENSO del 500 a. c.	Perfil en Chavín de Huantar
ENSO del 100 a 150 d. .c.	Sedimentos y Cantos Rodados en Pueblo Viejo, Ancash
ENSO del 550 d. c.	Perfiles en la Huaca Aramburú de la UNMSM
ENSO del 900 a 950 d. c.	Perfil en Pachacamác
ENSO del 1200 d. c.	Perfil en Huaycán de Cieneguilla



Fuente: DHN y ENFEN.

**Cuadro N° II
REGISTRO HISTÓRICO DE EVENTOS “EL NIÑO” EN EL PERÚ**

Evento El Niño	Magnitud	Fuentes de información
1525-1526	Intenso	Xeres (1534)
1531-1532	Intenso	Xeres (1534) y Prescott (1892)
1539-1541	Intenso	Montesinos (1642) y Cobo (1653)
1552	Intenso	Palma (1894) y Moreno (1804)
1567-1568	Intenso	Oliva (1631) Cobo (1639) Labarthe (1914)
1574	Intenso	García Rosell (1903)
1578	Muy Intenso	Acosta (1590), Cobo (1639-1653)
1591-1592		Martínez y Vela (1702)
1607	Intenso	Cobo (1639), Alcedo y Herrera (1740)
1614		Cobo (1653) Labarthe (1914)
1618-1619	Intenso	Vásquez de Espinoza (1629)
1624	Intenso	Cobo (1653) Labarthe (1914)
1634	Intenso	Palma (1894) y Puente (1885)
1652	Intenso	Cobo (1653), Labarthe (1914)
1660	Intenso	Labarthe (1914) y Portocarrero (1926)
1671	Intenso	Labarthe (1914) y Portocarrero (1916)
1681	Intenso	Rocha (1681)
1687-1688	Intenso	Juan y Ulloa (1748), Melo (1913)
1696	Intenso	Palma (1894)
1701	Intenso	Feijoo de Sosa (1763), Bueno (1763)
1707-1708	Intenso	Cooke (1712) y Alcedo y Herrera (1740)
1714-1715	Intenso	Gentil (1728)
1720	Intenso	Shelvolcke (1726) F. de Sosa (1763)
1728	Muy Intenso	Feijoo de Sosa (1763) Bueno (1763)
1747	Intenso	Feijoo de Sosa (1763) Llano Z. (1748)
1761	Intenso	Bueno (1763) Alcedo (1786-1789)
1775	Intenso	Labarthe (1914) Portocarrero (1926)
1785-1786	Intenso	Labarthe (1914) Portocarrero (1926)
1791	Muy Intenso	Unanue (1806) Ruschenberger (1834)
1803-1804	Intenso	Moreno (1804) Unanue (1806)
1814	Intenso	Spruce (1864) y Eguiguren (1894)
1828	Muy Intenso	Ruschenberger (1834) Paz S. (1862)
1844-1845	Intenso	Spruce (1864) Eguiguren (1894)
1864	Intenso	Spruce (1864) Eguiguren (1864)
1871	Intenso	Hutchinson (1873) Eguiguren (1894)
1877-1878	Muy Intenso	Eguiguren (1894) Palma (1894)
1884	Intenso	Eguiguren (1894) Sievers (1914)
1891	Muy Intenso	Carranza (1891) Eguiguren (1894)
1899-1900	Intenso	Labarthe (1914) Bachman (1921)
1902	Moderado	El Comercio (Feb. 17, 1902) Raimondi
1905	Moderado	Bachmann (1921) Taulis (1934)
1907	Moderado	Remy (1931) Paz Soldán (1908)
1911-1912	Intenso	Forbes (1914) Labarthe (1914)

	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	7 de 36

Evento El Niño	Magnitud	Fuentes de información
1914	Moderado	Labarthe (1914) Portocarrero (1926)
1917	Intenso	Lavalle/García (1917) Murphy (1923)
1918-1919	Moderado	Muphy (1923) Portocarrero (1926)
1923	Moderado	Lavalle y García (1924) Balen (1925)
1925-1926	Muy Intenso	Murphy (1926) Zegarra (1926)
1930-1931	Moderado	Petersen (1935) Hutchinson (1950)
1932	Intenso	Petersen (1935) Sheppard (1933)
1939	Moderado	Voth (1940) Schweigger (1940)
1940-1941	Intenso	Lobell (1942) Mears (1944)
1943	Moderado	Schweigger (1961) Miller y Laurs
1951	Moderado	García Méndez (1953) Schweigger (1961)
1953	Moderado	Rudolph (1953) Sear (1954)
1957-1958	Intenso	Wooster (1960) Schweigger (1961)
1965	Moderado	Guillén (1967-1971)
1972-1973	Intenso	Idyll (1973) Wooster y Guillén (1974)
1976	Moderado	Quinn (1977, 1980) Smith (1983)
1982-1983	Muy Intenso	Mugica (1983) Rasmusson/Hall (1983)
1987	Moderado	R. Mujica
1991-1993	Intenso	
1997-1998	Intenso	CPPS (1997) gg
2001-2002	Moderado	

	<p>PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA</p>	
	<p>ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA</p>	<p>8 de 36</p>

➤ Fenómeno El Niño 1982 – 1983.-

La ocurrencia del Fenómeno “El Niño” 1982-1983, demostró que los conocimientos acerca del fenómeno eran aún insuficientes; las experiencias con los anteriores fenómenos habían permitido elaborar teorías sobre la predicción de dicho fenómeno. A un mes de que ocurra "El Niño", se suponía que ese año no se presentaría, dado que no se había detectado una respuesta típica para un evento intenso.



Sin embargo, a principios de 1983, el nivel del mar peruano llegó a tener una altura promedio mensual superior a los 50 cm. por encima de del nivel en otros años. Ello significó la mayor vulnerabilidad de las edificaciones próximas a la Costa, y por tanto daños en éstas. La presión atmosférica en el centro del Pacífico Sur y en nuestra Costa disminuyó considerablemente mientras que en Indonesia aumentó.

La característica particular de este Fenómeno ha sido la elevación brusca de la temperatura superficial en el mar en un tiempo sumamente corto. En el mes de septiembre de 1982 se observó un calentamiento a lo largo de la costa con anomalías de 2°C. En enero de 1983 se observó temperaturas de 26°C - 29°C, que se extendieron hasta la latitud 14°S, significando anomalías del orden de 7°C, como promedio.

Uno de los indicadores que demoró en normalizarse fue la temperatura del mar, especialmente junto a la costa peruana, debido a la lentitud del proceso de afloramiento (surgencia de aguas sub-superficiales: aguas frías). La distribución de temperaturas en el mes de junio de 1983 muestra ausencia de afloramiento, anomalías en temperatura, con un promedio de 6°C. En el mes de septiembre de 1983 se inicia el descenso progresivo de la temperatura superficial, expresado en el efecto del afloramiento costero.

La influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) activada con el aporte energético del calentamiento del océano fue notable a partir del mes de octubre de 1982 permaneciendo en forma casi inalterable hasta el mes de abril de 1983 en una posición al Sur de la línea ecuatorial y con una bifurcación creando perturbaciones semi permanentes, que dieron lugar a la presencia de nubes activas ubicadas a lo largo de toda la Costa hasta los 6°S.

Entre el 16 y 18 de mayo de 1983, se originó un huracán a 1,600 kms. en Piura y Tumbes, el cual fue analizado por meteorólogos de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina del Perú, precisando que provenía desde el Norte y Noroeste, siguiendo una trayectoria no usual, pues estos huracanes no se desplazan hacia el Sureste y menos

	<p>PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA</p>	
	<p>ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA</p>	<p>9 de 36</p>

cruzan el hemisferio sur, situación que originó las bravesas observadas en el mar. Esto fue consecuencia de la formación de un sector de la banda intertropical nubosa, la que en su desarrollo liberó una considerable cantidad de energía consistente en abundante lluvia, ráfagas, truenos y relámpagos. En este período fue frecuente la formación de tormentas y bravesas del mar debido a que la banda intertropical nubosa se encontraba en la costa norte, situación que duró hasta ocupar su posición normal de retorno al hemisferio norte.



Durante el Fenómeno de 1983, se presentó una característica devastadora, evidenciando el debilitamiento del Anticiclón del Sur. Tal como se señaló anteriormente, la nueva dirección que habían tomado los vientos del Pacífico Ecuatorial incrementaron las características térmicas del mar, presentando nuestra Costa Norte una atmósfera inestable que facilitó la evaporación, originando a la vez la formación de nubes tipo cúmulus que produjeron intensas precipitaciones. Esta nubosidad formaba parte del sistema denominado "Banda Intertropical Nubosa" produciéndose en esta zona el encuentro de los Vientos Alisios del Sureste y Noreste, dando origen a la "Zona de Convergencia Intertropical" (ZCIT). Esta situación propició las abundantes precipitaciones pluviales, típicas de una zona tropical hasta el mes de junio de 1983.

En efecto, las lluvias que se desencadenaron, fueron el resultado de una situación anormal de gran escala que comprometió a la Costa Occidental de América, Indonesia, la Costa Oriental de Asia, el Océano Pacífico, etc., pero en la distribución de las lluvias en la Costa Norte del Perú al parecer incidieron además factores locales de menor escala: es el caso de las brisas originadas entre mar y tierra y las brisas producidas en las laderas de las montañas que durante el día iniciaban un movimiento del mar hacia la tierra y de la parte baja hacia la parte alta de la montaña, lo que posiblemente dio lugar a que las lluvias se presentasen al anochecer.

Generalmente, las lluvias se produjeron entre las 7 de la noche y las 7 de la mañana del día siguiente. Estas lluvias se concentraron en la parte de la ladera hacia donde soplan Vientos Alisios (Chulucanas, Morropón, etc.), revelando la importancia de las brisas cuando se debilitan los vientos.

3.01.1 Fenómeno El Niño 1997 – 1998.-

Desde mediados de la primavera de 1996, se observaba el calentamiento del mar peruano, ingresando a la Costa peruana en enero de 1997, caracterizado por el desplazamiento de las aguas subtropicales, de Sur a Norte. La presencia de estas aguas

	<p align="center">PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA</p>	<p align="right">10 de 36</p>

incrementó la temperatura superficial del mar peruano en 2 °C por encima de lo usual e ingresaron de Sur a Norte. El mar peruano de marzo a julio fue afectado además por el avance de aguas ecuatoriales, fortaleciendo las condiciones del ENSO, registrándose anomalías positivas de agua de mar hasta de 6 °C en el Norte, 5 °C frente a la costa central y de 3° a 4° en el sur.

Sobre la superficie del mar peruano, de agosto a mediados de setiembre continuó la presencia de aguas cálidas, manteniéndose las anomalías positivas en la parte norte y central, disminuyendo en el sur, debido a un receso temporal de algunos sistemas atmosféricos, por encontrarse en una estación de transición (primavera).

Desde noviembre a enero 1997, en el valle de Piura, se presentaron anomalías de la temperatura del aire.



Las temperaturas del agua del mar sobre el pacífico tropical, frente a la Costa Norte del Perú, se incrementaron significativamente, ocasionando que en el litoral peruano se presenten anomalías hasta de 8 °C en el Norte, 6° a 7° en la Costa Central y de 3° a 4° en la Costa Sur.

En febrero las anomalías de las temperaturas del mar se mantuvieron, pero disminuyeron en área, mientras que en el litoral las anomalías inclusive fueron mayores a las observadas en enero alcanzando hasta 9 °C más en el Norte, manteniéndose en el centro y disminuyendo en el Sur.

El desarrollo del Fenómeno El Niño 1997-1998, se ve favorecido debido a que, desde el mes de marzo de 1997, el Anticiclón del Pacífico Sur (Centro de alta presión, asociada a los Vientos Alisios), presentó una intensidad inferior a lo normal, desplazándose al Suroeste de su posición normal, generando un debilitamiento de los Vientos Alisios, entre 0° y 10° S, y una situación favorable para el cambio de dirección de los vientos de la atmósfera en los niveles medios.

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), en gran parte de 1997 se mantiene intensificada y desplazada 3° a 5° al sur de su posición normal, la misma que se intensificó desde mediados de noviembre, coincidiendo con el inicio de las precipitaciones que se registraron en la Costa Norte del país.

En febrero de 1998, la ZCIT se desplazó esporádicamente a los 10° S ocasionando lluvias incluso hasta en la Costa Central.

	<p>PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA</p>	
	<p>ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA</p>	<p>11 de 36</p>

4.0 Fenómeno La Niña.-

El Fenómeno La Niña conocido también como “El Anti Niño”, presenta condiciones contrarias al Fenómeno El Niño. Suele ir acompañado del descenso de las temperaturas, provocando fuertes sequías en las zonas costeras del Pacífico.

"La Niña" se inicia en 1903, posteriormente se presenta en 1906, 1909, 1916, 1924, 1928, 1938, 1950, 1954, 1964, 1970, 1973, 1975, 1988, y en 1995, siendo el Fenómeno más intenso en el año 1988/1989.



Este fenómeno se desarrolla cuando la fase positiva de la Oscilación del Sur, alcanza niveles significativos, prolongándose por varios meses.

Se caracteriza por presentar las condiciones siguientes:

- Disminución de la presión del nivel del mar en la región de Oceanía, y un aumento de la misma en el Pacífico tropical y subtropical junto a las Costas de América del Sur y América Central; provocando el aumento de la diferencia de presión que existe entre ambos extremos del Pacífico ecuatorial.
- Los Vientos Alisios se intensifican, provocando que las aguas profundas relativamente más frías a lo largo del Pacífico ecuatorial, queden en la superficie.
- Los Vientos Alisios anormalmente intensos, ejercen un mayor efecto de arrastre sobre la superficie del océano, aumentando la diferencia de nivel del mar entre ambos extremos del Pacífico ecuatorial. Con ello el nivel del mar disminuye en las Costas de Colombia, Ecuador, Perú y Norte de Chile y aumenta en Oceanía.
- Como resultado de la aparición de aguas relativamente frías a lo largo del Ecuador, la temperatura superficial del mar disminuye por debajo del valor medio climatológico. Esto constituye la evidencia más directa de la presencia del Fenómeno La Niña. Sin embargo, las máximas anomalías térmicas negativas son menores a las que se registran durante El Niño.
- Durante los eventos de La Niña las aguas calientes en el Pacífico ecuatorial, se concentran en la región junto a Oceanía y es sobre esta región, donde se desarrolla la nubosidad y la precipitación más intensa.

4.01. a Fases del Fenómeno La Niña.-

- Preludio al Fenómeno La Niña: Es la terminación del Fenómeno El Niño (Oscilación del Sur).
- Inicio del Fenómeno La Niña: Se caracteriza por un fortalecimiento de los Vientos Alisios, así como el desplazamiento prematuro de estos hacia el Norte de su posición habitual. Por otro lado, el aumento de la convección en el Océano Pacífico, al Oeste del meridiano de 180°, donde se incrementa la temperatura del agua superficial del océano (28 y 29°C).
- Desarrollo del Fenómeno La Niña: Se identifica por un debilitamiento de la Corriente Contra Ecuatorial, ocasionando que las aguas cálidas provenientes de las costas asiáticas, afecten mínimamente las aguas del Océano Pacífico y una ampliación de los

	<p>PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA</p>	
	<p>ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA</p>	<p>12 de 36</p>

afloramientos marinos que se producen como consecuencias de la intensificación de los Vientos Alisios.

El fortalecimiento de la Corriente Ecuatorial del Sur, especialmente cerca del Ecuador, arrastra aguas frías ocasionando la disminución de las temperaturas del Pacífico tropical oriental y central. Una mayor cercanía de la Termoclina a la superficie del mar en el Pacífico tropical, favorece la permanencia de especies marinas que encuentran sus alimentos durante periodo largos.

- Maduración del Fenómeno La Niña: Es el final del evento, y ocurre después que la intensidad de los Vientos Alisios regresa a su estado normal.

El Fenómeno La Niña puede durar de 9 meses a 3 años, y según su intensidad se clasifica en débil, moderado y fuerte.

El Fenómeno La Niña es más fuerte mientras menor es su duración, y su mayor impacto en las condiciones meteorológicas se observa en los primeros 6 meses de vida del fenómeno. Este fenómeno se presenta con menos frecuencia que el Niño con un periodo de ocurrencia de 3 a 7 años.


5.0 Descripción de las Principales Cuencas y Cursos de Agua. -

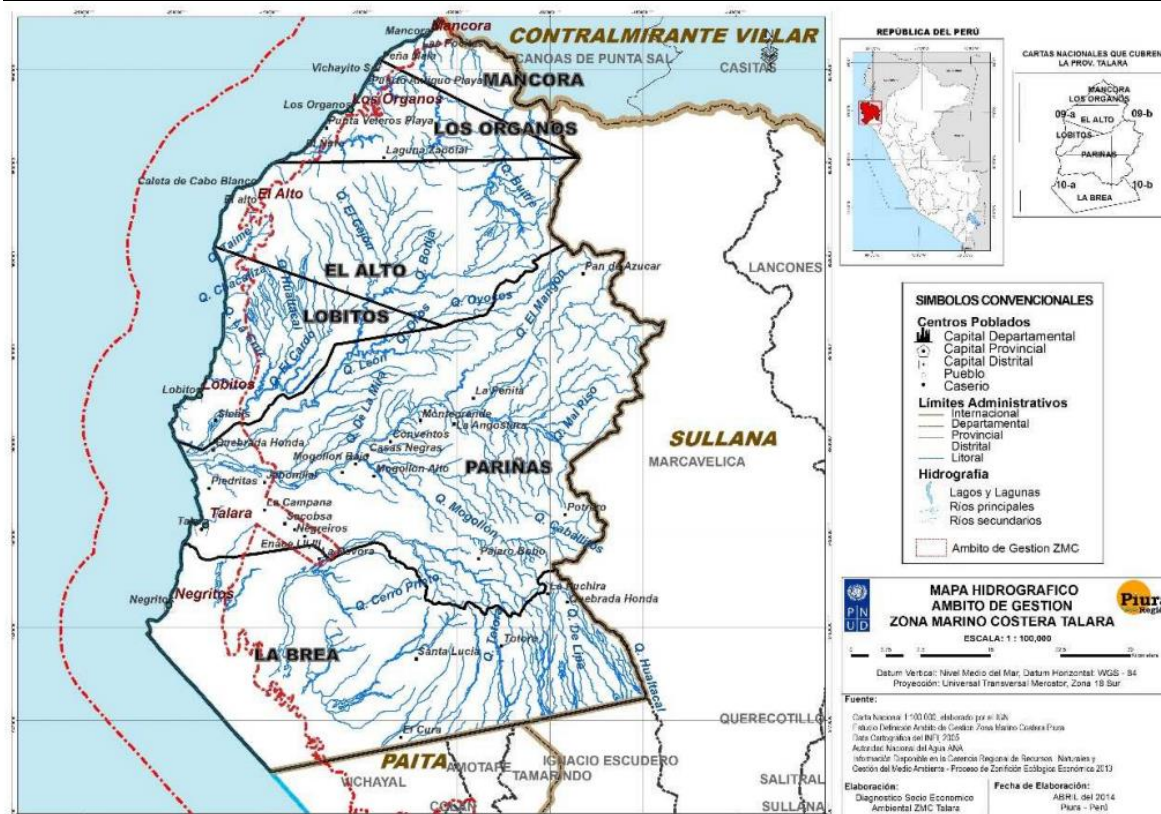
- Río Máncora. - (Ver Mapa N° 01)

El río Máncora está ubicada entre las coordenadas 4°6'36" S y 81°1'34" W. Limita con diferentes lugares a lo largo de su curso. En su tramo superior, el río se origina en la Cordillera de los Andes y fluye hacia el norte a través de los distritos de Canchaque y Huancabamba, en la provincia de Huancabamba, en la región de Piura. Luego, el río Máncora ingresa en la provincia de Talara, en la región de Piura, donde fluye a través de los distritos de La Brea y Talara. Finalmente, desemboca en el Océano Pacífico, en la localidad de Máncora, después de recorrer aproximadamente 160 kilómetros.

En su camino hacia el mar, el río Máncora limita con diferentes áreas, incluyendo zonas rurales y urbanas. El río es una importante fuente de agua para la agricultura y la pesca en la región, así como para el consumo humano y la generación de energía hidroeléctrica. Su cuenca colectiva abarca una extensión total aproximada de 800 Km².

Mapa N° 01

 <p>Petroperú</p>	<p>PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA</p>	<p>CYSTLV E.I.R.L.</p>
	<p>ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA</p>	<p>13 de 36</p>



Fuente: Proceso de Zonificación Ecológica Económica 2013 – Gobierno Regional de Piura – Estudio Definición Ambito de Gestión Zona Marino Costera Piura



➤ Quebrada El Cañón. -

La quebrada El Cañón, ubicada en la provincia de Talara, región de Piura, es una de las quebradas más importantes de la zona de Máncora. A continuación, se presentan algunos datos hidrológicos relevantes de esta quebrada:

- Longitud: La quebrada El Cañón tiene una longitud de aproximadamente 15 kilómetros.
- Caudal: El caudal de la quebrada El Cañón varía a lo largo del año, dependiendo de la temporada de lluvias. Durante la temporada de lluvias, el caudal puede aumentar significativamente y generar crecidas.
- Afluentes: La quebrada El Cañón tiene varios afluentes, entre ellos la quebrada El Huabo y la quebrada Los Negritos.
- Cascadas: La quebrada El Cañón es conocida por sus cascadas, entre las que destacan la cascada Velo de Novia y la cascada El Gato.
- Vegetación: La quebrada El Cañón cuenta con una vegetación abundante, incluyendo especies como el algarrobo, el hualtaco y el sapote.

a) Quebrada Fernández. -

La quebrada Fernández es una importante quebrada de la provincia de Talara, en la

	<p align="center">PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA</p>	<p align="right">14 de 36</p>

región de Piura, ubicada en la zona de Máncora. A continuación, se presentan algunos datos hidrológicos relevantes de esta quebrada:

- Longitud: La quebrada Fernández tiene una longitud de aproximadamente 5 kilómetros.
- Caudal: El caudal de la quebrada Fernández varía a lo largo del año, dependiendo de la temporada de lluvias. Durante la temporada de lluvias, el caudal puede aumentar significativamente y generar crecidas.
- Afluentes: La quebrada Fernández no cuenta con afluentes importantes, pero sí recoge el agua de varias quebradas menores a lo largo de su recorrido.
- Vegetación: La quebrada Fernández está rodeada de una vegetación abundante, con especies como el algarrobo, el Hualtaco y el zapote.

b) Quebrada La Pepa.-

La quebrada La Pepa es una quebrada de la provincia de Talara, en la región de Piura, ubicada en la zona de Máncora. A continuación, se presentan algunos datos hidrológicos relevantes de esta quebrada:



- Longitud: La quebrada La Pepa tiene una longitud de aproximadamente 2 kilómetros.
- Caudal: El caudal de la quebrada La Pepa varía a lo largo del año, dependiendo de la temporada de lluvias. Durante la temporada de lluvias, el caudal puede aumentar significativamente y generar crecidas.
- Afluentes: La quebrada La Pepa no cuenta con afluentes importantes, pero sí recoge el agua de varias quebradas menores a lo largo de su recorrido.
- Vegetación: La quebrada La Pepa está rodeada de una vegetación abundante, con especies como el algarrobo, el hualtaco y el zapote.

c) Quebrada La Laguna.-

La quebrada La Laguna es una quebrada de la provincia de Talara, en la región de Piura, ubicada en la zona de Máncora. A continuación, se presentan algunos datos hidrológicos relevantes de esta quebrada:

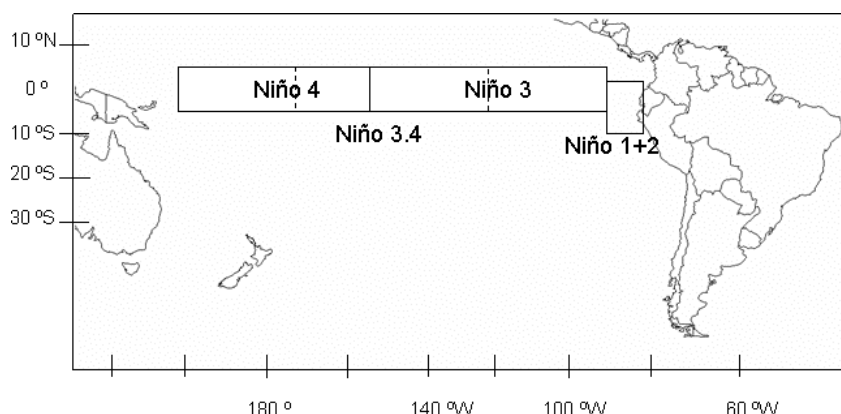
- Longitud: La quebrada La Laguna tiene una longitud de aproximadamente 2 kilómetros.
- Caudal: El caudal de la quebrada La Laguna varía a lo largo del año, dependiendo de la temporada de lluvias. Durante la temporada de lluvias, el caudal puede aumentar significativamente y generar crecidas.
- Afluentes: La quebrada La Laguna no cuenta con afluentes importantes, pero sí recoge el agua de varias quebradas menores a lo largo de su recorrido.
- Vegetación: La quebrada La Laguna está rodeada de una vegetación abundante, con especies como el algarrobo, el hualtaco y el zapote.

6.0 Fenómeno El Niño - Monitoreo en el Ámbito de Estudio.-

	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	15 de 36

La NOAA desde 2003 (Nacional Oceanic and Atmospheric Administration) define operacionalmente El Niño como un fenómeno caracterizado por anomalías positivas en la TSM, que se presenta en el Océano Pacífico Ecuatorial. La NOAA ha establecido 4 zonas de monitoreo: Niño 4, Niño 3, Niño 3.4 y Niño 1+2. (Ver Figura Nº II).

Figura Nº II
ZONAS DE MONITOREO EL NIÑO EN EL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL





Por otro lado, a nivel de la Región del Pacífico Sudeste se ha conformado la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), por Colombia, Ecuador, Chile y Perú, para desarrollar el Programa "Estudio Regional del Fenómeno El Niño" (ERFEN), funcionando con la participación de las instituciones de investigación de los países miembros, la coordinación de la CPPS y el apoyo de otras organizaciones internacionales. En el Perú, el Comité Nacional Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño forma parte de dicho esfuerzo regional, pudiéndose establecer canales de coordinación e información especiales para optimizar sus funciones.

El Comité ENFEN es el ente científico y técnico multisectorial de carácter oficial que, por encargo del Estado Peruano, tiene la función de monitorear, vigilar, analizar y alertar sobre las anomalías del océano y la atmósfera, y en la práctica, diseñen medidas de prevención oportunas para reducir los impactos del Fenómeno El Niño.

La previsión se basa en los resultados de modelos desarrollados en organismos nacionales e internacionales, permitiendo generar información de la más alta calidad científica.

Los análisis técnicos toman como base de información las obtenidas de diversas redes de observación para medición de variables oceanográficas, meteorológicas, hidrológicas y biológico-pesqueras.

El ENFEN está integrado por las siguientes instituciones: Instituto del Mar del Perú

 Petroperú	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	 CYSTLV E.I.R.L.
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	16 de 36

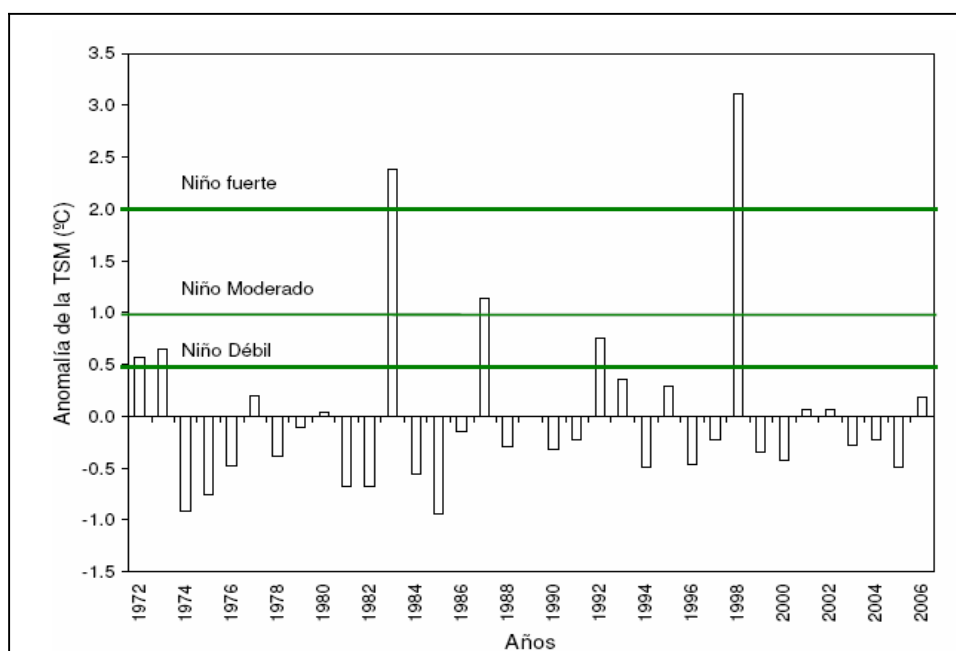
(IMARPE), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), EL Instituto Geofísico del Perú (IGP) y la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN).

a) Magnitud de El Niño.-

Para caracterizar la magnitud de El Niño en la costa norte, se utiliza como criterio la desviación o anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) promedio del periodo enero marzo observado en el Sector Niño 1+2.

Este criterio es el más adecuado para definir “El Niño” en términos de impactos referidos a los cambios o variaciones en el régimen pluviométrico; en la medida que este periodo coincide con la etapa donde se concentra la mayor actividad lluviosa en la zona, y se manifiestan los picos de calentamiento que coinciden con la etapa de maduración de El Niño. (Ver Figura N° III).



Figura N° III
MAGNITUD DE EL NIÑO EN FUNCIÓN DE LAS ANOMALÍAS DE LA
TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (TSM) OBSERVADA EN EL SECTOR
NIÑO 1+2 (1972 – 2006)



Fuente: Datos NOAA/CDC

De la Figura N° III, se verifica que los años de mayor pluviosidad en la ciudad de Piura, corresponden a anomalías en la TSM en el sector Niño 1+2 de los años 1972/73, 1983, 1987, 1992, 1997/98 y 2001/02.

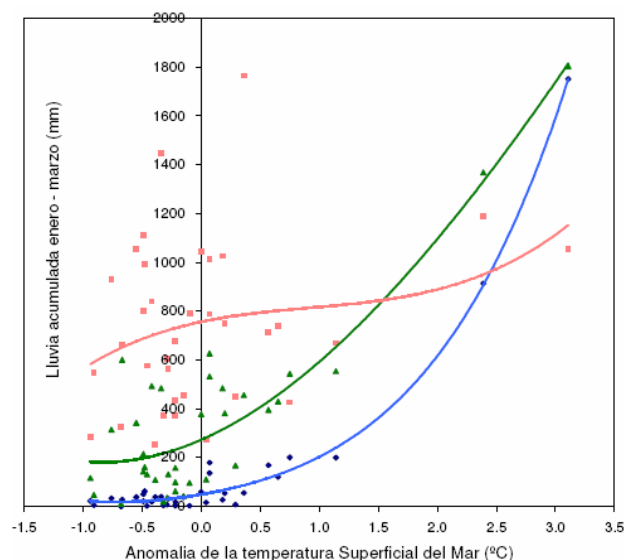
Asimismo, se puede observar que los Niños de los años 1983 y 1997/98 corresponden a Niños Extraordinarios (Niño Fuerte).

	<p>PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA</p>	
	<p>ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA</p>	<p>17 de 36</p>

A fin de determinar la relación entre las anomalías de la temperatura superficial del mar y las precipitaciones pluviales sobre el departamento de Piura se ha elaborado la Figura N° IV

En la Figura N° IV, se puede concluir que las precipitaciones en la Región de Piura y mientras más cerca se aproximen al litoral, estarán estrechamente relacionadas a la anomalía de la Temperatura de la Superficie del Mar.



Figura N° IV
RELACIÓN ENTRE LAS ANOMALÍAS DE LA TSM DURANTE LOS EVENTOS EL NIÑO Y LA LLUVIA EN 03 LOCALIDADES REPRESENTATIVAS DE PIURA



Fuente: Estudio de Estimación de Riesgos Distrito de Morropón – Chulucanas. Proyecto Preparativos a Nivel Local Frente a Riesgos Asociados Al Fenómeno “El Niño” En La Cuenca Del Río Piura. (Piura: línea azul, Morropón: línea verde y Ayabaca: línea roja).

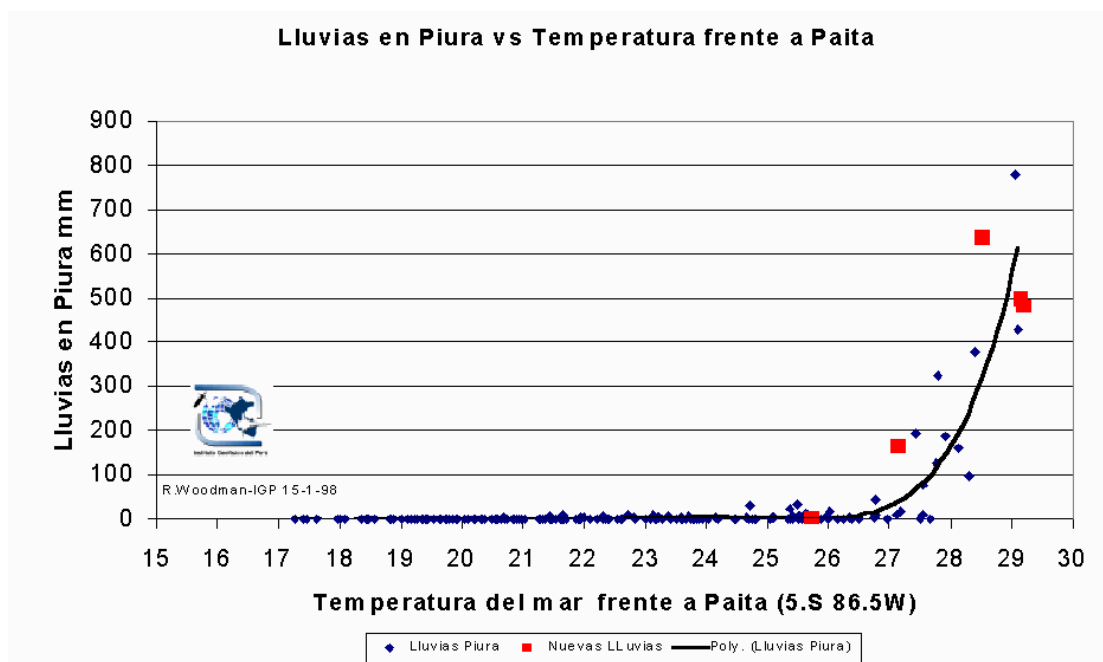
El análisis climático demuestra que la magnitud de El Niño incrementa el potencial de las lluvias. La relación es más alta en localidades costeras (Piura y Morropón), a diferencia de localidades ubicadas por encima de los 2,000 msnm (zonas andinas), De manera similar dicha conclusión es extensiva para la ciudad de Máncora.

Cuando la temperatura llegó a 29°C – tal como sucedió en 1983 - los niveles de precipitación llegaron a niveles cercanos a los 800 mm mensuales, resultando desastroso para las ciudades de la región Piura no preparadas para tal evento. Basados en esta relación empírica, se puede sostener, que las estimaciones de precipitaciones futuras deben partir de la predicción de la temperatura superficial del mar.

	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	18 de 36

Resumiendo, existe un umbral a los 27 y 28 °C en la temperatura del mar para la ocurrencia de lluvias, válido para lugares con niveles cercanos al nivel del mar.

Figura Nº V
RELACIÓN EMPÍRICA ENTRE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR FRENTE A
PAITA (5 S 86.5 O) Y LAS LLUVIAS EN PIURA



Fuente: El Fenómeno El Niño y el Clima en el Perú – Instituto Geofísico del Perú - Ronald Woodman P., 1998.

De la Figura Nº V, Precipitación mensual en Piura frente a la temperatura del mar frente Paíta se obtiene una primera conclusión, -salvo excepciones con precipitaciones de 30 mm mensuales o menos-, en la ciudad de Máncora y Piura no llueven si la temperatura del mar en el punto escogido es 27° C o menos. El mayor número de puntos caen en este régimen razón por la que se caracteriza, que el clima normal de Piura corresponde al de un desierto.

La situación cambia drásticamente cuando esta misma temperatura llega a 28°C. a este nivel el clima se tropicaliza y llueve en abundancia.



7.0 Información Hidrológica en el Ámbito de Estudio.-

➤ Información Pluviométrica.-

Existen las estaciones pluviométricas (próximas a la ciudad de Máncora) siguientes:

➤ Estación Miraflores.

Los registros de las estaciones citadas se dan a continuación:

 Petroperú	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	 CYSTLV E.I.R.L.
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	19 de 36



Cuadro N° I

PRECIPITACIONES MENSUAL (mm)

ESTACION: MIRAFLORES

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1971				3.3	1.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	1.5	0.0	6.8
1972	1.5	0.0	167.3	8.6	0.6	0.0	0.1	0.0	0.8	0.1	0.0	2.5	181.5
1973	59.2	38.6	23.1	11.7	0.4	0.4	0.0	0.2	0.4	0.6	4.3	1.2	140.1
1974	2.4	1.7	1.4	3.0	0.3	0.5	0.0	0.0	0.4	0.0	2.4	0.1	12.2
1975	0.3	11.0	21.4	0.4	0.0	3.5	0.0	1.1	0.0	3.5	0.0	0.0	41.2
1976	23.3	37.9	1.1	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.5
1977	1.2	31.3	22.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	60.8
1978	0.0	0.1	38.6	0.5	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.4
1979	1.7	0.0	1.0	3.0	8.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	15.0
1980	0.2	2.5	13.7	35.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	5.6	2.9	60.8
1981	0.3	1.8	25.7	0.1	0.0	0.0	0.1	0.6	0.0	0.0	2.2	1.5	32.3
1982	0.0	0.0	0.0	3.9	1.3	0.0	0.2	0.0	0.1	1.7	6.7	10.4	24.3
1983	324.5	161.7	427.1	778.4	379.4	192.4	0.7	0.5	0.0	0.0	0.1	8.5	2,273.3
1984	0.4	29.7	8.0	0.3	2.8	0.0	1.1	0.0	0.0	0.8	0.0	0.1	43.2
1985	2.8	3.0	16.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.3	0.0	1.3	0.0	1.1	26.5
1986	1.5	7.1		7.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	24.8
1987	22.8	78.1	98.6	16.4	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	6.7	0.4	0.0	223.4
1988	7.2	0.3	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	14.5
1989	8.3	42.0	9.1	0.0	0.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	61.5
1990	0.0	0.5	3.7	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.9	2.7	10.1
1991	0.2	0.8	1.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	4.0	8.0
1992	2.9	11.0	187.1	128.3	12.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	342.2
1993	1.0	9.0	45.0	5.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	65.0
1994	1.6	3.4	33.7	6.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	56.0
1995	3.9	3.1	0.0	1.1	0.0	0.0	0.3	0.0	1.1	0.3	0.7	7.8	18.3
1996	1.8	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
1997	0.0	17.6	0.5	36.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.8	170.7	229.2
1998	769.2	501.8	479.9	90.9	5.6	0.0	0.0	0.0	0.2	2.0	0.1	0.2	1,849.9
1999	5.8	33.6	1.1	18.5	3.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	8.9	73.1
2000	1.6	8.1	3.9	22.6	4.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.4	67.1
2001	10.0	6.1	170.9	18.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.5	7.0	213.8
2002	0.0	4.0	152.0	136.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.4	295.2
2003	3.1	28.2	4.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	2.1	44.3
2004	4.6	0.7	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.6	4.1	16.5
2005	1.9	1.1	14.5	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	21.1
2006	0.0	26.9	30.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.2
2007	3.6	0.0	3.7	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.2	0.0	13.9
2008	7.1	92.3	54.1	35.4	1.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	192.2
MAX	769.2	501.8	479.9	778.4	379.4	192.4	2.3	1.1	2.6	6.7	8.4	170.7	2,273.3
MIN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
Prom.	34.5	32.3	57.2	36.7	11.6	5.3	0.1	0.1	0.2	0.7	1.3	7.2	182.4
Sin Niños	5.2	15.2	33.9	14.6	1.5	0.3	0.1	0.1	0.2	0.6	1.4	2.6	78.0

FUENTE: PROYECTO CHIRA-PIURA - DIVISION DE HIDROMETEOROLOGIA

	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	20 de 36

Cuadro N° II
PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 24 HORAS (mm)
ESTACION: MIRAFLORES

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1971				1.6	0.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	0.0	1.6
1972	1.5	0.0	65.3	8.5	0.4	0.0	0.1	0.0	0.5	0.1	0.0	1.5	65.3
1973	30.2	15.5	19.4	6.5	0.4	0.4	0.0	0.1	0.4	0.3	2.1	0.3	30.2
1974	1.4	1.4	0.7	2.4	0.3	0.5	0.0	0.0	0.4	0.0	1.4	0.1	2.4
1975	0.3	7.0	5.8	0.3	0.0	1.3	0.0	1.1	0.0	1.4	0.0	0.0	7.0
1976	13.9	18.1	0.6	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1
1977	0.7	12.8	14.1	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	14.1
1978	0.0	0.1	31.9	0.5	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.9
1979	1.1	0.0	1.0	2.1	4.5	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	4.5
1980	0.2	2.0	6.6	30.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	4.4	2.9	30.3
1981	0.3	0.6	18.4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.6	0.0	0.0	2.2	1.4	18.4
1982	0.0	0.0	0.0	2.2	1.2	0.0	0.2	0.0	0.1	1.2	6.7	3.7	6.7
1983	67.3	104.5	98.0	151.4	91.8	130.4	0.5	0.5	0.0	0.0	0.1	4.3	151.4
1984	0.4	13.0	2.6	0.2	1.6	0.0	0.9	0.0	0.0	0.5	0.0	0.1	13.0
1985	2.8	2.4	15.9	0.0	1.3	0.0	0.0	0.3	0.0	1.0	0.0	0.4	15.9
1986	0.7	6.1		4.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	6.1
1987	11.1	28.9	34.9	5.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	5.1	0.3	0.0	34.9
1988	3.0	0.2	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	4.6
1989	2.2	10.1	3.5	0.0	0.3	1.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	10.1
1990	0.0	0.5	2.4	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.9	1.5	2.4
1991	0.2	0.5	1.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	3.5	3.5
1992	2.9	4.2	80.2	107.1	11.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	107.1
1993	1.0	9.0	45.0	5.0	4.0					1.0			45.0
1994	1.6	1.8	19.5	6.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	19.5
1995	2.9	1.9	0.0	0.9	0.0	0.0	0.2	0.0	0.7	0.3	0.7	6.8	6.8
1996	1.8	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
1997	0.0	15.6	0.5	15.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.4	54.0	54.0
1998	173.6	90.0	112.0	42.5	4.4	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	0.1	0.2	173.6
1999	3.0	16.0	0.7	6.8	0.7	1.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	8.5	16.0
2000	1.6	5.0	2.8	6.4	2.4	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.8	19.8
2001	6.2	3.9	61.5	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	4.3	61.5
2002	0.0	3.4	103.5	91.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.4	103.5
2003	3.1	16.0	3.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	1.3	16.0
2004	2.8	0.7	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.6	3.6	4.1
2005	1.2	0.5	8.7	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	8.7
2006	0.0	12.7	13.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0
2007	2.7	0.0	2.7	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	0.0	3.0
2008	4.4	29.5	16.5	33.0	1.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.0
MAX	173.6	104.5	112.0	151.4	91.8	130.4	0.9	1.1	2.6	5.1	6.7	54.0	173.6
MIN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
Prom.	9.4	11.7	22.0	14.7	3.6	3.7	0.1	0.1	0.1	0.5	1.1	3.5	30.5
Prom. S/Niños	3.0	6.8	17.1	10.1	1.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5	1.2	2.1	42.5
MAX S/Niños	30.2	29.5	103.5	107.1	11.0	1.5	0.9	1.1	2.6	5.1	6.7	19.8	107.1

FUENTE: PROYECTO CHIRA-PIURA - DIVISION DE HIDROMETEOROLOGIA



 Petroperú	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	21 de 36

Figura N° VI

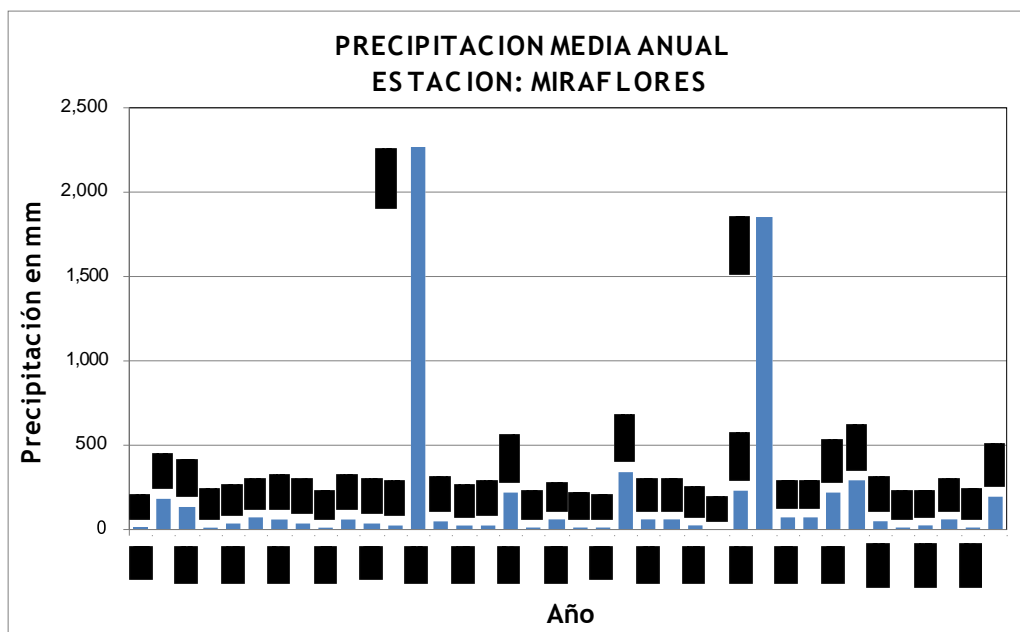
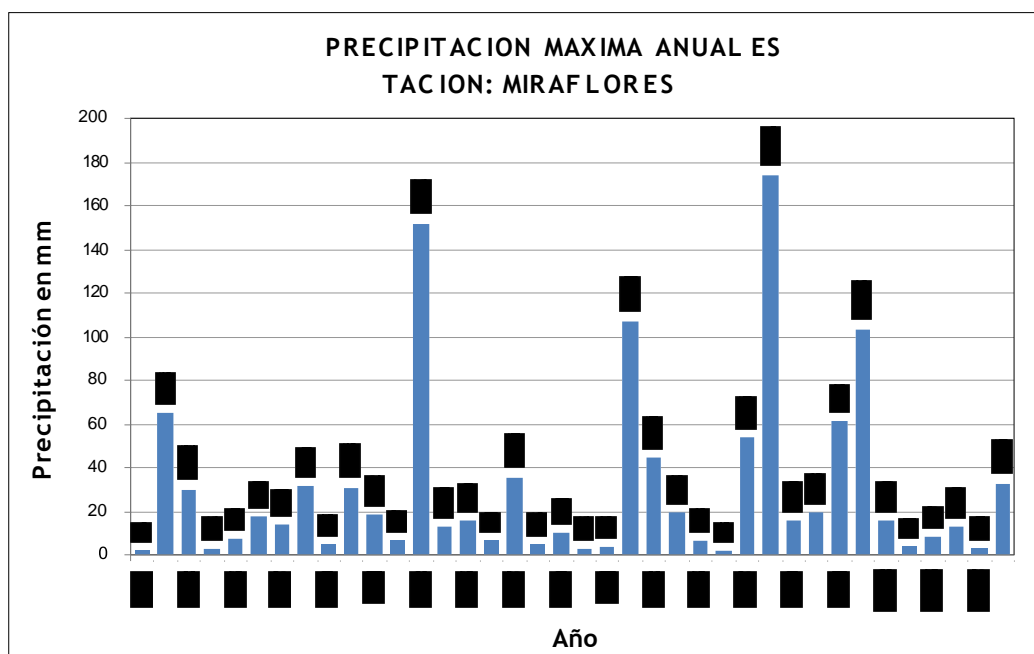




Figura N° VII



De las Figuras N° VI y N° VII, se observa que las precipitaciones son escasas, a excepción de los años 1972/73, 1976, 1983, 1987, 1992, 1997/98, 2001/02 y 2008, años que son considerados como fenómenos “El Niño”, debido a las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (TSM).


 Petroperú	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	 CYSTLV E.I.R.L.
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	22 de 36



En los Cuadros, y las Figuras, se muestran las precipitaciones diarias o de 24 horas – registradas en la estación Miraflores, de los dos últimos fenómenos El Niño de gran intensidad (1983 y 1998).

Cuadro N° III
Precipitación de 24 horas (mm)

ESTACION MIRAFLORES
 AÑO 1983

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	-	-	-	-	0.5	0.5	-	-	-	-	-	-
2	-	-	0.3	31.2	-	0.7	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	5.8	-	-	-	-	-	-
4	33.3	-	-	71.2	5.5	40.9	-	-	-	-	-	-
5	66.4	-	-	68.6	7.5	1.2	-	-	-	-	-	-
6	35.6	2.6	-	38.0	4.8	5.5	0.5	-	-	-	-	-
7	5.0	12.0	-	15.0	2.8	130.4	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	1.7	0.8	-	-	-	-	-	-
9	4.4	-	65.0	35.0	0.1	6.6	-	-	-	-	-	-
10	-	-	13.0	8.4	-	-	0.2	-	-	-	-	-
11	-	-	29.5	29.8	-	-	-	-	-	-	-	-
12	6.3	-	-	0.1	31.5	-	-	-	-	-	-	-
13	-	104.5	8.9	7.9	8.6	-	-	-	-	-	-	-
14	0.3	12.6	98.0	6.1	91.8	-	-	-	-	-	-	-
15	3.4	-	16.4	6.0	2.3	-	-	-	-	-	-	-
16	0.1	0.1	9.5	151.4	22.4	-	-	-	-	-	-	-
17	2.1	-	6.7	-	64.7	-	-	-	-	-	-	-
18	2.1	22.4	16.5	61.1	16.2	-	-	-	-	-	-	-
19	4.6	1.4	1.4	1.1	2.7	-	-	-	-	-	-	4.3
20	1.1	-	-	13.7	38.6	-	-	-	-	-	-	3.6
21	41.6	-	-	4.4	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	0.7	86.8	13.1	-	-	-	-	-	-	-	-
23	0.2	-	9.2	1.9	-	-	-	-	-	-	-	-
24	2.9	-	31.0	29.0	58.9	-	-	-	-	-	-	-
25	67.3	-	2.3	11.4	0.8	-	-	-	-	-	0.1	-
26	37.0	-	-	94.5	1.5	-	-	-	-	-	-	-
27	5.0	-	0.8	2.9	2.0	-	-	-	-	-	-	-
28	-	2.0	21.8	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-
29	5.8	-	-	-	2.3	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	9.9	70.6	11.6	-	-	-	-	-	-	0.1
31	-	-	0.1	-	0.6	-	-	0.5	-	-	-	0.5
TOTAL	324.5	158.3	427.1	778.4	379.4	192.4	0.7	0.5	0.0	0.0	0.1	8.5


 Manuel I. Vidarte Zelada
 INGENIERO CIVIL
 CIP 117351

 Petroperú	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	 CYSTLV E.I.R.L.
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	23 de 36

Cuadro Nº IX Precipitación de 24 horas (mm)
ESTACION MIRAFLORES
AÑO 1998

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
1	-	-	0.2	25.2	-
2	-	6.0	112.0	-	0.3
3	-	5.1	71.2	-	0.3
4	-	31.1	-	-	4.4
5	-	-	0.3	-	-
6	41.0	-	23.0	3.6	-
7	9.2	90.0	11.8	7.8	-
8	-	11.1	6.2	-	-
9	-	0.9	1.9	-	-
10	0.9	-	36.0	-	-
11	52.3	0.2	-	0.2	-
12	75.2	-	3.0	-	-
13	57.5	86.9	-	-	-
14	-	17.9	6.2	42.6	-
15	-	-	0.6	-	-
16	0.6	2.6	11.0	-	0.6
17	30.0	-	1.9	-	-
18	33.1	67.5	1.0	1.8	-
19	10.8	3.2	1.0	0.4	-
20	4.5	27.0	29.0	-	-
21	58.0	12.2	-	-	-
22	75.5	23.2	75.0	-	-
23	-	10.7	25.8	-	-
24	173.6	21.5	0.9	2.8	-
25	72.2	0.2	5.9	-	-
26	41.5	-	-	-	-
27	16.6	82.5	5.3	-	-
28	13.4	2.0	42.2	-	-
29	3.3		1.1	6.5	-
30	-		4.7	-	-
31	-		2.7	-	-
TOTAL	769.2	501.8	479.9	90.9	5.6



	<p>PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA</p>	
	<p>ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA</p>	<p>24 de 36</p>

Figura Nº VIII
PRECIPITACION DIARIA EN LA ESTACION MIRAFLORES
AÑO 1983

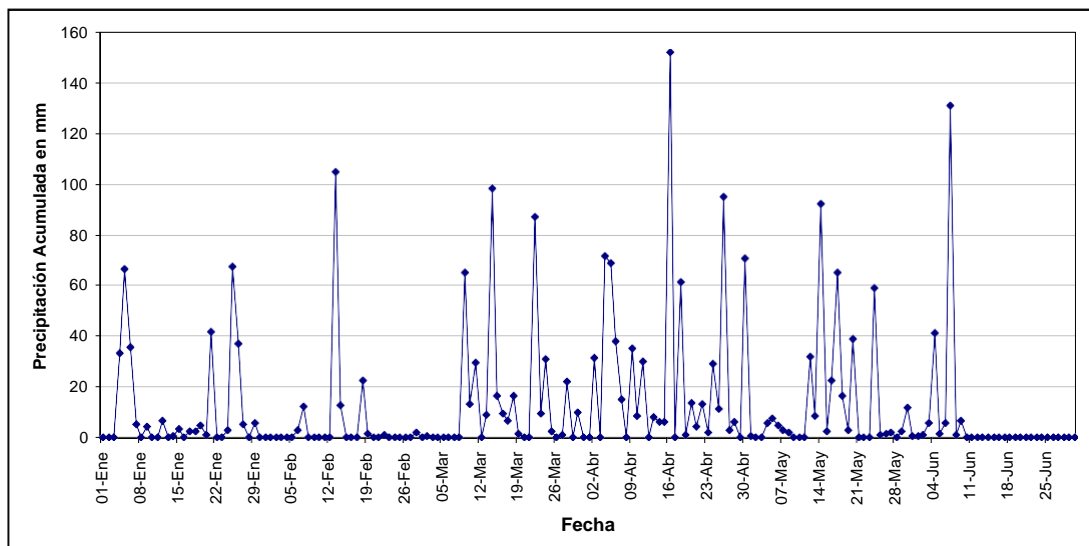
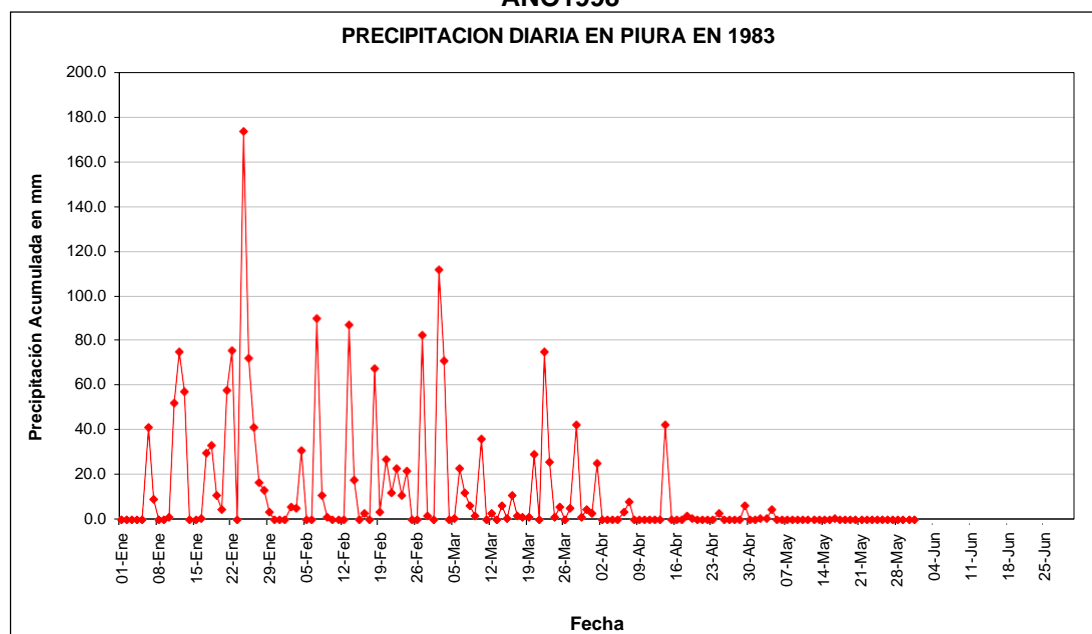


Figura Nº IX
PRECIPITACION DIARIA EN LA ESTACION MIRAFLORES
AÑO 1998





 Petroperú	<p>PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA - MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA</p>	 25 de 36
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	

Figura N° X

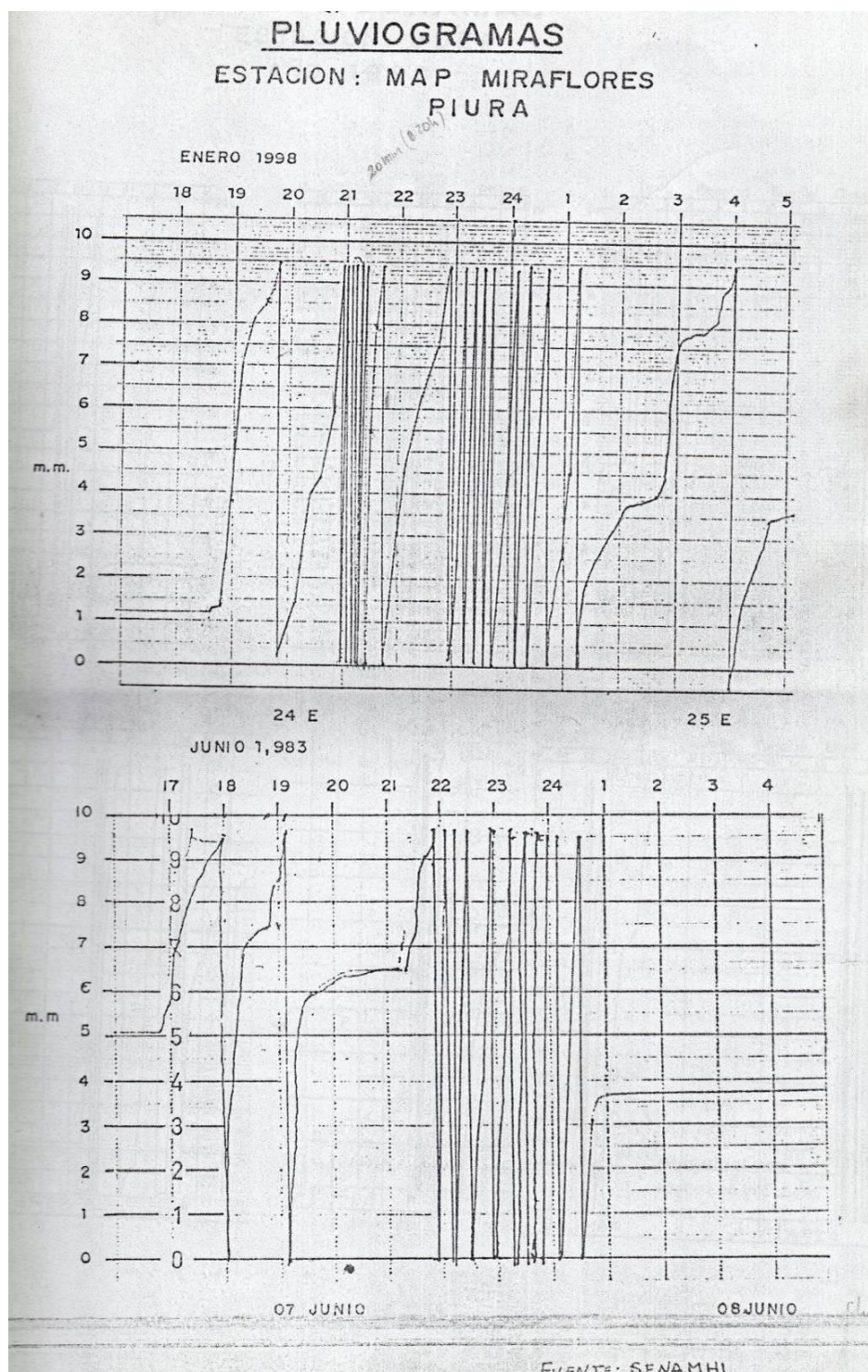
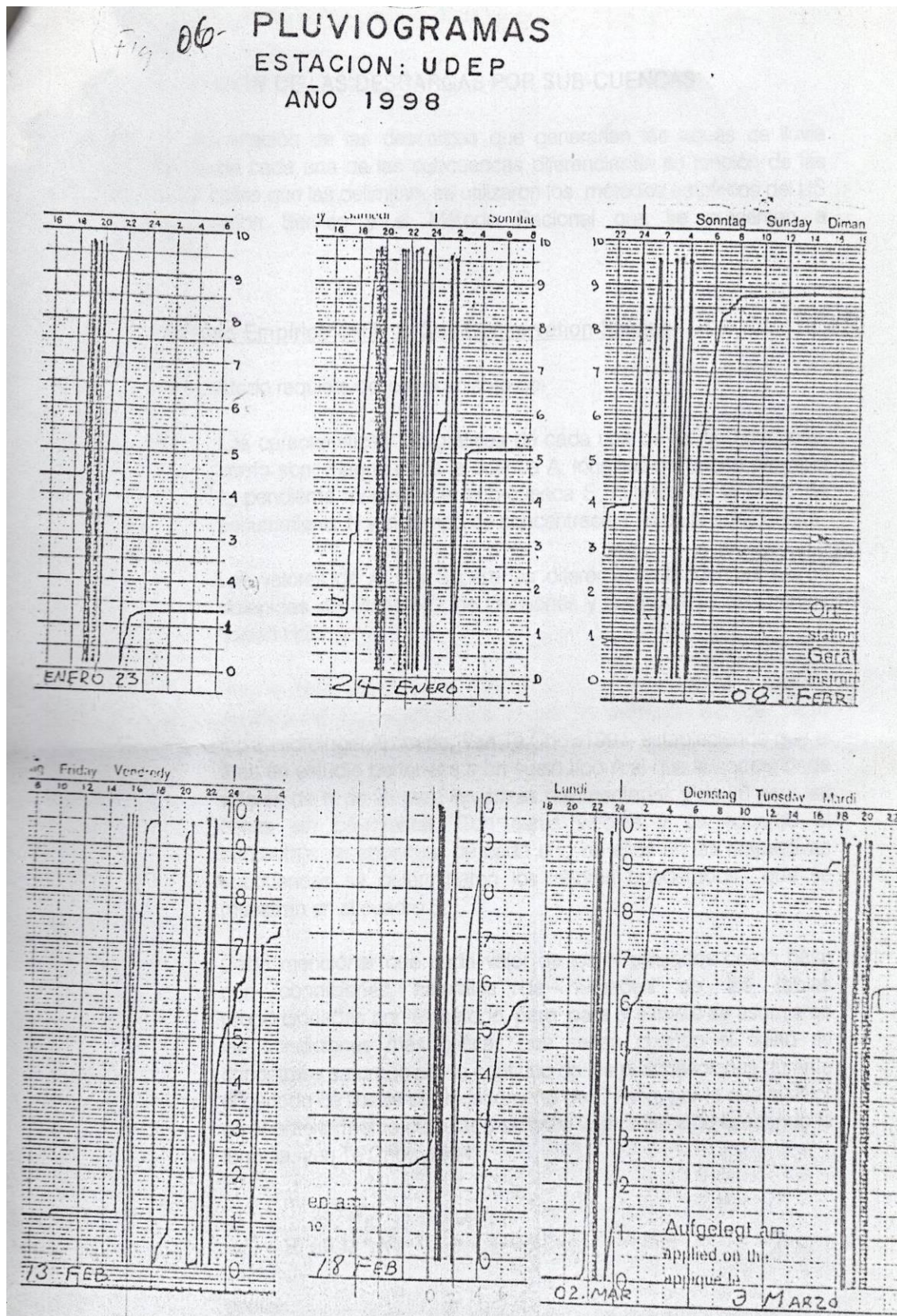




Figura N° XI



	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	27 de 36

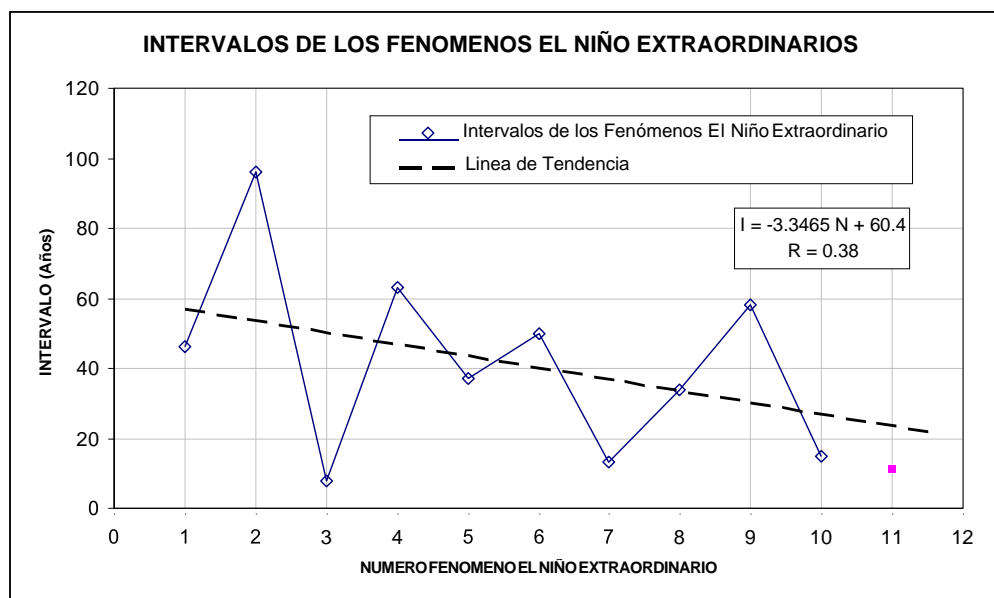
- Evaluación y Pronóstico del Fenómeno El Niño.-
- Evaluación de la Recurrencia del Fenómeno El Niño.-



El Niño es un fenómeno cíclico de característica estocástica, cuya recurrencia se ha estimado entre 2 y 7 años. Sin embargo los “Niños” que ocasionan daños a la ciudad de Piura son aquellos calificados como “Niños Extraordinarios” o Niños de gran intensidad, cuya recurrencia se evaluará a continuación:

Por otro lado, no se debe dejar de lado que han existido intervalos muy cortos, como los ocurridos entre 1998 y 1983, con 15 años de diferencia; entre 1891 y 1878, con 13 años de diferencia; y los ocurridos entre 1728 y 1720, con 8 años de diferencia.

A partir de un cálculo estadístico referente al registro de intervalos, se ha obtenido una desviación estándar de 25 años. Teniendo en cuenta las recurrencias históricas mínimas de 8, 13 y 15 años, se puede argumentar que el Fenómeno El Niño puede retornar en los próximos años 2011, 2012, etc.

Figura Nº XII





 Petroperú	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	 28 de 36
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	

Cuadro N° XIV

RELACION DE NIÑOS EXTRAORDINARIOS

AÑO	INTERVALO	DAÑOS
1578	46	Fuertes lluvias en Lambayeque durante 40 días. Desborde de ríos. Copiosas lluvias en Ferreñafe, Túcume, Íllimo, Pacora, Jayanca, Cinto, Chiclayo, Chicama, Chocope, Trujillo y Zaña. Destrucción de canales. Epidemias. Gran daño de la agricultura. Plaga de Langostas.
1624	96	Grandes lluvias en Trujillo y Zaña. Destrucción del Sistema de Riego en Lambayeque
1720	8	Inundación de Zaña. Copiosas lluvias en Trujillo, Piura y Paita. Desborde de ríos. Enormes daños económicos a la agricultura, especialmente en Lambayeque.
1728	63	Lluvias en Piura (hubo relámpagos y truenos), Paita Zaña (12 días), Chocope, Trujillo (40 días, corrieron ríos de agua por las calles). Desborde de los ríos. Reubicación de Sechura. Ruina económica de la agricultura, especialmente en Lambayeque.
1791	37	Fuertes lluvias en Piura y en otros lugares de la costa norte. Daños a la agricultura en Lambayeque.
1828	50	Importantes lluvias entre Trujillo y Piura (14 días). Desbordes de ríos. Formación de un río en Sechura.
1878	13	Fuertes lluvias en la costa norte. Grandes daños en el departamento de Lambayeque.
1891	34	2 000 muertos, 50 000 damnificados. Torrenciales lluvias en toda la costa norte. En Piura, Trujillo y Chiclayo llovió 2 meses. Chimbote, Casma y Supe quedaron en ruinas. En Lima hubo 30° C. Desbordes del río Rimac.
1925	58	Fortísimas lluvias en todo el norte. Desborde de ríos. Aumento de la temperatura del mar y del ambiente. Lluvias hasta Pisco. Grandes daños económicos
1983	15	Fuertes y largas precipitaciones en la costa norte. Llovió durante 6 meses en Piura y Tumbes (2500 mm). Interrupción de carreteras. Fuertes pérdidas en la pesquería.
1998	?	Grandes lluvias en todo el norte. Fuertes descargas de los ríos. Cuantiosas pérdidas. Cayeron 58 puentes. Plaga de langostas. Grandes pérdidas económicas.

 Petroperú	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	 29 de 36
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	

➤ **Pronóstico del Fenómeno El Niño.-**

Hoy en día, se monitorea permanentemente las temperaturas del mar y otras variables meteorológicas en todo el globo terrestre. Por otro lado, existen grandes laboratorios de investigación en todo el mundo, orientados a pronosticar el Fenómeno El Niño. Los resultados de las investigaciones, así como los registros están a libre disposición en la Web de la NOAA, a sólo días después de su evaluación.



Existen varios modelos matemáticos de pronóstico del Fenómeno El Niño, desarrollados por diferentes centros de investigación. Uno de ellos, con el mayor éxito en el pronóstico de El Niño, es el desarrollado por el NCEPNOAA (National Environmental Prediction Center de la National Oceanographic and Atmospheric Agency de los EE.UU. de América). Este modelo integra los procesos oceánicos y atmosféricos para determinar la temperatura del mar en el futuro, parámetro que define todo el resto de fenómenos, incluyendo los meteorológicos (sin ignorar los efectos que tienen éstos sobre lo anterior). Estos pronósticos se dan para los 3, 6, 9 y 12 meses posteriores a la fecha, y están disponibles en la Web.

Las predicciones de lo que ocurrirá en un año o en un mes no es un parámetro significativo con respecto a las variaciones día a día del tiempo.

Los pronósticos en la primera escala tienen un buen nivel de desarrollo, al punto de predecir la ocurrencia del Fenómeno El Niño con 9 a 12 meses de anticipación; sin embargo, no permite predecir el posible comportamiento del clima (El Niño) con tanta anticipación.

Los pronósticos en segunda escala, con anticipación de hasta un año, permitirá tomar decisiones no sólo para la mitigación de posibles daños sino también para la obtención de beneficios. Ejemplos prácticos: la decisión de sembrar algodón o arroz con la debida anticipación, o la compra de ganado para aprovechar de los pastizales que se forman con las lluvias o la adecuación de los instrumentos de pesca a otras especies, etc.

La predicción consiste en determinar los niveles de precipitación en una región determinada a partir de las temperaturas superficiales del mar peruano. Por ejemplo, si se considera la sensibilidad de las precipitaciones en la Costa del Perú a variaciones de 1° en la temperatura, errores cometidos en los pronósticos de esta magnitud tienen consecuencias drásticas en el pronóstico de las precipitaciones.

 Petroperú	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	 CYSTLV E.I.R.L.
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	30 de 36

Mencionaremos que, para mejorar la capacidad de pronóstico en el Perú, será necesario invertir en contar con una mayor calidad de instrumentación y una base de pronósticos en las zonas que nos afectan.

Los pronósticos en tercera escala, están orientados a la predicción de tormentas, con unas horas a varios días de anticipación. Dichos pronósticos solo se alcanzan monitoreando la cuenca mediante estaciones meteorológicas y transmitiendo a tiempo real la información de las estaciones, para incorporarlas en una base de datos, a fin de realizar las simulaciones de los diferentes fenómenos climatológicos. Para la implementación de este sistema es necesario conocer los parámetros geomorfológicos y la respuesta de ella frente a diferentes eventos climáticos, los cuales deben ser calibrados con anterioridad.

9.0 Evaluación de la Precipitación Máxima. -

La precipitación como amenaza toma como parámetros la probable ocurrencia de eventos en los escenarios potencialmente desastrosos. En nuestro caso se basa en la estadística de los diferentes eventos de El Niño ocurridos en años anteriores, bajo la premisa que lo ocurrido en el pasado puede volver a suceder con una recurrencia similar.



El año 2001 y 2002 presenta una precipitación de 61.50 y 103.50 mm respectivamente, las cuales son altas con respecto al promedio, a pesar de que en estos años no se han registrado anomalías de la TSM, es decir no fueron Fenómenos El Niño. Dicho comportamiento permite concluir que, las precipitaciones extraordinarias no sólo se darían en presencia de Fenómenos El Niño.



Esta conclusión sugiere desarrollar un análisis adicional de la frecuencia de la precipitación máxima sin considerar los Fenómenos El Niño.

Por otro lado, en los últimos Fenómenos El Niño (1983 y 1998), las tormentas de precipitación fueron varias y muy intensas, generando grandes masas de agua. Así tenemos, en los años 1983 y 1998 las precipitaciones anuales fueron de 2274 mm y 1850 mm respectivamente.

Precipitaciones de los Eventos “El Niño” Extraordinarios.-

El año hidrológico 1982-83 fue extraordinariamente lluvioso en la Costa Norte del Perú.



Manuel I. Vidarte Zelada
INGENIERO CIVIL
CIP 117351

 Petroperú	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	 CYSTLV E.I.R.L.
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	31 de 36

Las lluvias se caracterizaron por lo siguiente:

- El valor acumulado anual alcanzó cifras muy altas.
- La lluvia se generalizó en toda la cuenca, siendo más fuertes en la cuenca baja (por debajo de la cota 300 m.s.n.m.) desapareciendo la característica propia de cuenca húmeda o seca.
- Las precipitaciones fueron de larga duración en términos de meses, y de fuertes intensidades, diarias y horarias.

En 1963, en la Región de Piura, ubicada en la parte baja de la cuenca del río Chira y Piura, la lluvia media anual era de 47 mm, considerada como “precipitación normal”. Años anteriores a 1982, la precipitación no superaba los 20 mm.

Durante el Fenómeno El Niño (1983) llovió en toda la cuenca, con gran intensidad y de larga duración, desde sus partas altas hasta las más bajas, caracterizándose además, porque cubrió un área importante de la costa norte, abarcando varias cuencas y departamentos; es decir, no fueron lluvias aisladas o localizadas, sino que correspondieron a una gran extensión a lo largo de las zonas próximas a la costa. Esto siempre ocurre durante los Niños de gran intensidad.


En la Estación El Tigre (Tumbes), la lluvia fue de 3000 mm, representando 12 veces el promedio histórico y en otros lugares la precipitación acumulada fue 30 ó 40 veces la precipitación media anual.



En Sullana, en la Estación Mallares, la lluvia fue de 2343 mm entre enero y junio de 1983, con máxima diaria de 148.1 mm. En la misma estación, durante el período diciembre-1997 y mayo-1998 la precipitación fue de 1962 mm; representando 15 veces mayor al valor promedio anual.

En diciembre de 1982 y junio de 1983, una de las lluvias de más larga duración, registrada con un periodo de más de seis meses ocurrió en Piura, siendo la lluvia anual de 2273 mm y 1850 mm, no así en las partes altas de las cuencas de la costa norte, generalmente húmedas, donde sólo hubo un moderado incremento de las precipitaciones. Las intensidades horarias también fueron altísimas.

En Ayabaca la precipitación fue sólo 64% superior a la máxima lluvia anual registrada (información compatible con diversas fuentes orales y con datos regionales).

Antes de 1983, en la provincia de Morropón ubicada en la misma cuenca, aguas arriba de Piura, la lluvia media anual era de 366 mm; al presentarse el Niño 1982-83, la lluvia


Miguel I. Vidarte Zelada
INGENIERO CIVIL
CIP 117351

 Petroperú	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	 32 de 36
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	

fue de 2891 mm, es decir casi 8 veces el promedio histórico.

En Talara, según información meteorológica que data desde 1942 el máximo registrado fue 259 mm/año, en 1943. Pero, en 1983 el valor anual acumulado fue de 1656 mm.

En Piura, se contaba con los valores siguientes: Montegrande, 80 mm/hora (23 de marzo, 1983); Chignia, 103 mm/hora (25 enero 1983), Chilaco, 119 mm/hora (24 de marzo de 1983). En El Niño de 1998, las precipitaciones fueron casi 38 veces el promedio histórico.

En Chulucanas, en uno de los días del mes de enero de 1998, llovió 203 mm y en la estación Miraflores (Piura), registró 174 mm. En Morropón el valor máximo registrado para la intensidad fue de 171 mm en 24 horas

En los datos pluviométricos disponibles de esta zona se observa que en los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre las lluvias son siempre mínimas y los valores máximos registrados en estos meses son insignificantes. Así también en cualquier mes del año, aún en los meses usualmente lluviosos, el mínimo registrado es cero.

En resumen, durante el FEN extraordinario se producen lluvias extremadamente altas en una región habitualmente seca.

A medida que se aleja de la Costa y paulatinamente aumenta la altitud, las lluvias tienden a normalizarse o a aumentar muy poco con respecto a su promedio histórico.


Los mayores contrastes, es decir, las mayores anomalías, ocurren en las partes de las cuencas ubicadas a una altitud inferior a los 300 m.s.n.m. A medida que la altitud es mayor tiende a desaparecer el efecto del Fenómeno El Niño.



➤ **Determinación de las Intensidades de Lluvia. -**

Luego se han determinado las intensidades de lluvia en mm/hr para cada caso, el Sismo se muestra en el siguiente Cuadro.

DETERMINACION DE LAS INTENSIDADES EN mm/hr.

Período de Retorno	Distribución Normal	Intensidad de Lluvia (6 hr)
T	X _T	mm/hr
2	11.1	1.8
5	43.5	7.3


Manuel I. Vidarte Zelada
32 INGENIERO CIVIL
CIP 117351

 Petroperú	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	 CYSTLV E.I.R.L.
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	33 de 36

10	89.0	14.8
20	160.7	26.8
25	190.9	31.8
50	312.3	52.1
100	486.4	81.1
200	729.4	121.6
500	1192.0	198.7
1000	1682.2	280.4

Para obtener la intensidad horaria se ha recurrido a las bandas pluviográficas disponibles de los días lluviosos de los Niños de 1983 y 1998, donde se observa que las tormentas tuvieron una duración de 6 horas, tal como es característico en la costa norte del país.

Análisis de las Bandas Pluviográficas de Los Niños de 1983 y 1998.-

De las tormentas ocurridas en los Fenómenos El Niño de 1983 y 1998, y registradas en la Estación Miraflores y Universidad de Piura, se ha elaborado el Cuadro, donde se muestran las intensidades de lluvia.

INTENSIDADES DE PRECIPITACION HISTORICAS

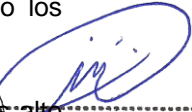
ESTACION	FECHA	HORA		TIEMPO (min)	TIEMPO ACUMULADO	TORMENTA (Hr)	PRECIPITACION (mm)	PRECIP ACUMULADA	INTENSIDAD (mm/hr)
		INICIO	FINAL						
Miraflores	19/03/1972 ⁽¹⁾								24.3
	07/06/1983	16.8	21.8	300.0	300.0	8.0	24.0	24.0	4.80
		21.8	24.8	180.0	480.0		71.6	95.6	23.87
	24/01/1998	18.8	21.0	132.0	132.0	10.2	17.8	17.8	8.09
		21.0	25.3	258.0	390.0		114.0	131.8	26.51
		25.3	29.0	222.0	612.0		13.1	144.9	3.54
UDEP	23/01/1998	18.9	20.0	66.0	66.0	3.9	24.5	24.5	22.27
		20.0	22.8	168.0	234.0		11.0	35.5	3.93
	24/01/1998	17.2	20.0	168.0	168.0	2.8	17.9	17.9	6.39
	18/02/1998	23.2	29.0	348.0	348.0	5.8	48.8	48.8	8.41
		15.2	16.3	66.0	66.0	4.9	20.1	20.1	18.27
	13/02/1998	19.2	23.0	228.0	294.0		31.8	51.9	8.37
	02/03/1998	21.2	23.3	126.0	126.0	2.1	19.0	19.0	9.05
		03/03/1998	18.0	180.0	180.0	3.0	35.2	35.2	11.73



5.1

(1) Tomado del Estudio Definitivo para la Reconstrucción y Rehabilitación del Sistema de Defensas contra Inundaciones en el Bajo Piura - Consorcio Class-Salzgitter

Se puede observar que las intensidades máximas están alrededor de 20 mm/hr, con una duración promedio de 6 horas; similar a la intensidad obtenida por análisis de las Precipitaciones de 24 hrs. incluyendo los Niños 83 y 98, para un período de retorno de 25 años. De donde se puede establecer en 31.8 mm/hr., la intensidad de referencia para un Fenómeno El Niño extraordinario, como los ocurridos en los años 1983 y 1998; el mismo que definiría la zona de Peligro Alto.

Una observación minuciosa de las bandas limnigráficas permiten establecer un solo valor mas alto


Manuel I. Vidarte Zelada
 INGENIERO CIVIL
 CIP 117351

	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	34 de 36

que los mostrados en el Cuadro N° XVII, de 81.43 mm/hr, en menos de 40 minutos dentro de una tormenta de 7.2 horas, entre las 18.8 hr del 24 y 01.3 hr del 25 de enero de 1998, por lo que no podría considerarse representativa.

- CUENCA DEL ANALISIS - CUENCA GEOGRAFICA FERNANDEZ
- UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE CUENCA FERNANDEZ

La zona delimitada por la quebrada Fernández y la planicie costera de Máncora se encuentra en el flanco costanero Noroccidental de la Cordillera de los Andes, dominado por formaciones sedimentarias originadas en fluctuaciones marinas.

- UBICACIÓN POLÍTICA-TERRITORIAL

Se encuentra ubicada en el departamento de Tumbes y una pequeña porción en el departamento de Piura.

- UBICACIÓN DEMOGRÁFICA

El área de estudio se encuentra a:

-Latitud Sur: 4° 35' 02"



-Longitud Oeste: 81° 16' 56"

Su área total aproximada es de 5285 km². La margen izquierda de la Quebrada Fernández (área aproximada de 543 km²) y una pequeña área de la Cuenca del río Tumbes (153 km²) se encuentran dentro de la región Piura, sumando un área total aproximada de 696,73 km², 13,2 % de área total. Por otra parte, cabe destacar que las cuencas Puyango-Tumbes y Zarumilla son cuencas binacionales: la parte alta de Tumbes se ubica en las provincias de El Oro y Loja en la República del Ecuador y la margen derecha del Zarumilla pertenece a Ecuador.

La cuenca de la quebrada Fernández tiene una extensión de 543 km² y una longitud de unos 111 km. Su parte más alta alcanza una cota de 1 600 msnm. Su margen izquierda pertenece a la región de Piura.

La Quebrada Fernández es un río intermitente, está seca a lo largo de prácticamente todo el año. Los habitantes de la zona destacan que solo corre agua cada 5 o 6 años. Sin embargo en años de Fenómeno El Niño, los caudales que presenta son excesivos, llevándose cultivos y provocando erosión en ambos márgenes.

La configuración de la cuenca de la quebrada Fernández es relativamente accidentada. La pendiente de los principales cursos de agua que lo conforman varía de 1 a 10%, con velocidades relativamente altas en la parte alta de la cuenca y velocidades bajas en la parte baja de la misma. El cauce presenta una gran movilidad fluvial y la ocurrencia de desbordamientos es muy frecuente en épocas de avenida.

 Petroperú	PROYECTO: ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PARA LA OBRA: PAVIMENTACIÓN, INCLUYE DRENAJE PLUVIAL, DE LAS VÍAS CORRESPONDIENTES AL ÁREA TÉCNICA – MANTENIMIENTO, LOGÍSTICA Y OTROS CIRCUNDANTES EN REFINERÍA TALARA	 35 de 36
	ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	

11.0 OBRAS DE DRENAJE.

Las estructuras propuestas (ya existentes), para el drenaje superficial son las siguientes:

11.01 VEREDAS.

Las veredas sirven para brindar protección a los edificios existentes en la zona y dirigen las aguas hacia las vías existentes.

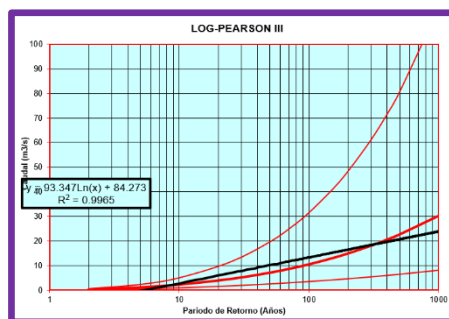
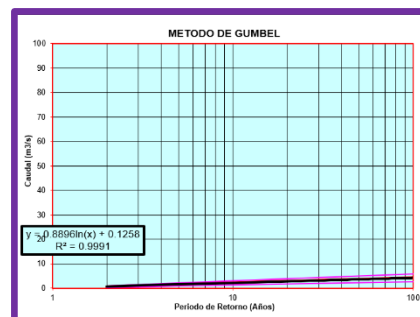
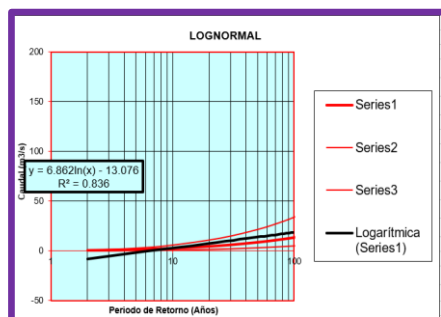
11.02 PAVIMENTO FLEXIBLE.

El pavimento articulado se proyectará a lo largo de toda la vía existente, esta estructura servirá como drenaje de las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales.

12.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

12.01 CONCLUSIONES.

- La vía en estudio actualmente cuenta con un sistema de drenaje que satisface la canalización del agua procedente del agua de escorrentía hacia el sistema integrado de drenaje pluvial de la Refinería Talara (RWS).
- La vida útil de un alto por ciento de los sistemas de drenaje urbano está muy relacionada no solo con la calidad de los materiales utilizados y la calidad de construcción, sino en su planificación y concepción de los criterios de diseño.
- La recolección, encauzamiento y disposición de las aguas, tanto superficiales como subterráneas son especiales para garantizar la estabilidad e integridad de las ciudades. Un sistema de drenaje urbano está constituido por un conjunto de obras una parte de las cuales está dirigida a proteger la integridad de la ciudadanía, es decir cumplir una función básica y otra a garantizar el ágil desenvolvimiento del tráfico de vehículos.
- Se ha considerado como cuenca de análisis la de la quebrada Fernández, y como estación de control de precipitaciones la Estación Miraflores obteniendo una intensidad de referencia para un Fenómeno El Niño extraordinario, como los ocurridos en los años 1983 y 1998, por análisis de las Precipitaciones de 24 hrs. de 31.8 mm/hr. para un periodo de retorno de 25 años.
- Como métodos estadísticos se han utilizado los métodos de distribución Log normal De Dos Parámetros, distribución de Gumbel o Extrema tipo I y la distribución Log - Pearson III o gama de tres parámetros, utilizando las siguientes curvas IDF.



- Se utilizará esta información para obtener máximo porcentaje de escurrimiento utilizando el Método Racional y así obtener el valor históricamente más desfavorable de caudal de diseño, compararlo con el área de la sección existente de cunetas y así determinar si las cunetas y ductos existentes están por encima o por debajo de estos valores que podrían determinar mantener lo existente o aconsejar la ampliación de las áreas hidráulicas de los elementos de la red existente.



ESTACION : Miraflores					
DESCARGAS MÁXIMAS POR AÑO (M3/SEG)					
		1987	0.37		
		1988	0.25		
		1989	0.34		
		1990	0.33		
		1991	0.35		
		1992	0.37		
		1993	0.03		
		1994	0.01		
		1995	0.37		
		1996	0.37		
		1997	0.35		
		1998	0.37		
		1999	0.36		
		2000	0.37		
		2001	0.37		
		2002	0.35		
		2003	0.36		
		2004	0.37		
		2005	0.37		
		2006	0.37		
		2007	0.37		
		2008	0.37		
		2009	0.31		
		2010	0.37		
		2011	0.37		
		2012	0.37		
		2013	0.37		



Manuel I. Vidarte Zelada
INGENIERO CIVIL
CIP 117351

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE MÁXIMAS DESCARGAS

Ing

Nombre:

Información Básica

Tiempo de Retorno (T_R) = 25.00

Año de Inicio de Medición = 1,987

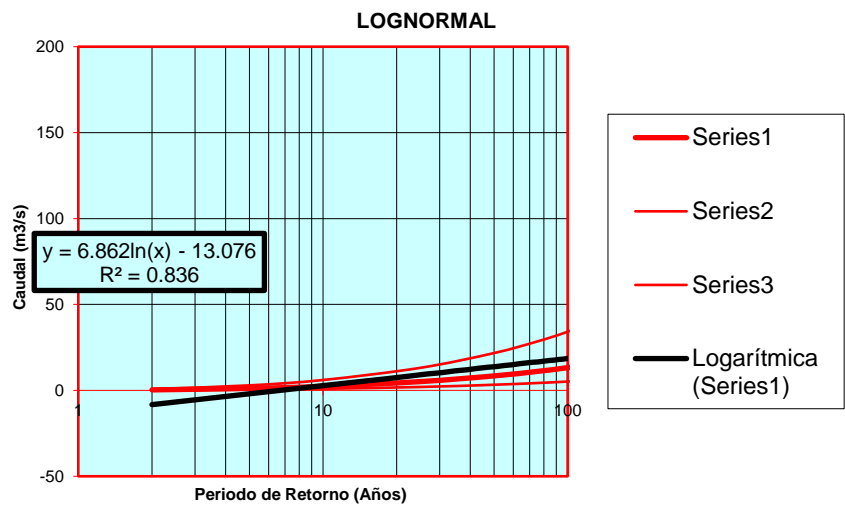
Año	Caudal (Q_x)	$(Q_x - Q_p)^2$	$(Q_x - Q_p)^3$	$\ln(Q_x)$	$(\ln(Q_x) - Q_y)^2$	$(\ln(Q_x) - Q_y)^3$
1,987	0.37	0	0	-1.01	0.07	0.02
1,988	0.25	0	0	-1.39	0.01	0.00
1,989	0.34	0	0	-1.09	0.03	0.01
1,990	0.33	0	0	-1.11	0.02	0.00
1,991	0.35	0	0	-1.06	0.04	0.01
1,992	0.37	0	0	-1.01	0.07	0.02
1,993	0.03	0	0	-3.47	4.88	-10.77
1,994	0.01	0	0	-4.61	11.15	-37.25
1,995	0.37	0	0	-1.01	0.07	0.02
1,996	0.37	0	0	-1.01	0.07	0.02
1,997	0.35	0	0	-1.05	0.05	0.01
1,998	0.37	0	0	-1.01	0.07	0.02
1,999	0.36	0	0	-1.02	0.06	0.01
2,000	0.37	0	0	-1.01	0.07	0.02
2,001	0.37	0	0	-1.01	0.07	0.02
2,002	0.35	0	0	-1.05	0.05	0.01
2,003	0.36	0	0	-1.02	0.06	0.01
2,004	0.37	0	0	-1.01	0.07	0.02
2,005	0.37	0	0	-1.01	0.07	0.02
2,006	0.37	0	0	-1.01	0.07	0.02
2,007	0.37	0	0	-1.01	0.07	0.02
2,008	0.37	0	0	-1.01	0.07	0.02
2,009	0.31	0	0	-1.19	0.01	0.00
2,010	0.37	0	0	-1.01	0.07	0.02
2,011	0.37	0	0	-1.01	0.07	0.02
2,012	0.37	0	0	-1.01	0.07	0.02
2,013	0.37	0	0	-1.01	0.07	0.02
0	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00
Suma =	8.87	0	0	-34.169	17.429	-47.674

PARAMETROS ESTADÍSTICOS

Media (Q_x)	Desv. Estandar	Coef. Asimetría	Coef. Variación
Q_x	S_x	C_s	C_v
0.329	0.092	-3.076	0.281
Q_y	S_y	C_{sy}	C_{vy}
-1.266	0.819	-3.608	-0.647

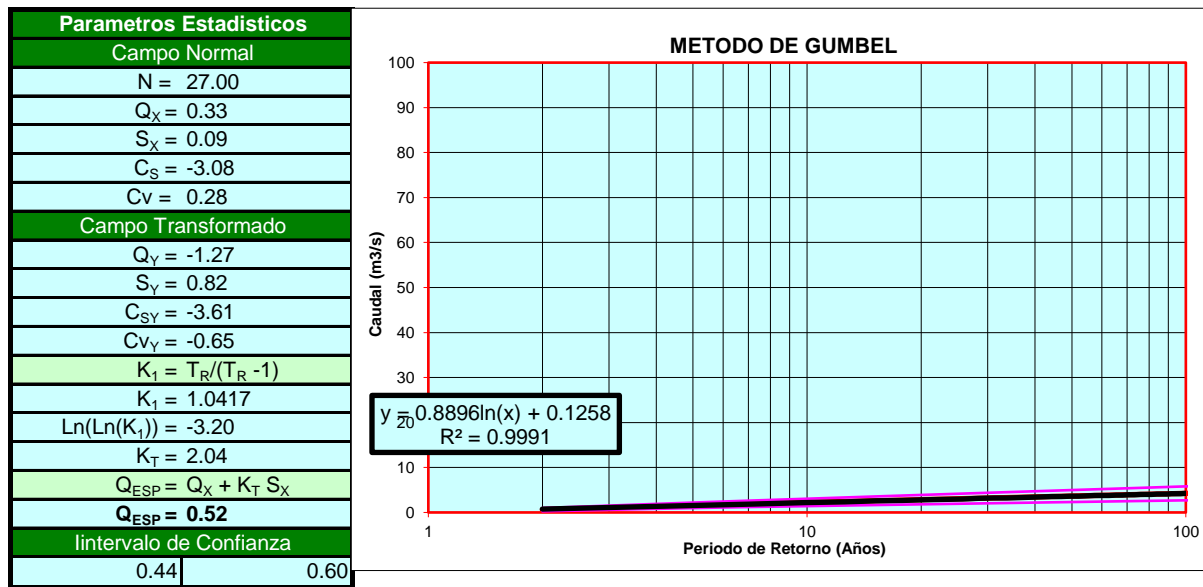
DISTRIBUCION LOGNORMAL DE DOS PARAMETROS

Parametros Estadísticos	
Campo Normal	
N =	27.00
$Q_x =$	0.33
$S_x =$	0.09
$C_s =$	-3.08
$C_v =$	0.28
Campo Transformado	
$Q_y =$	-1.27
$S_y =$	0.82
$C_{sy} =$	-3.61
$C_{vy} =$	-0.65
$K = F'(1-1/T_R)$	
$K = F'$	0.96
$K =$	1.75
$Q_{ESP} = \exp(Q_y + K S_y)$	
$Q_{ESP} =$	1.18
Intervalo de Confianza	
0.78	1.79



T _R (Años)	Probabilidad	F'(1-1/T _R)	K = Z	Q _{ESP}	Intervalo de confianza	
					(-)	(+)
2	0.5000	0.5000	0.0000	0.28	0.19	0.43
5	0.2000	0.8000	0.8416	0.56	0.37	0.85
10	0.1000	0.9000	1.2816	0.81	0.53	1.22
25	0.0400	0.9600	1.7507	1.18	0.78	1.79
50	0.0200	0.9800	2.0537	1.52	1.00	2.29
75	0.0133	0.9867	2.2164	1.73	1.15	2.62
100	0.0100	0.9900	2.3263	1.89	1.25	2.86
150	0.0067	0.9933	2.4747	2.14	1.42	3.23
200	0.0050	0.9950	2.5758	2.32	1.54	3.51
300	0.0033	0.9967	2.7131	2.60	1.72	3.93
400	0.0025	0.9975	2.8070	2.81	1.86	4.24
500	0.0020	0.9980	2.8782	2.98	1.97	4.50
1000	0.0010	0.9990	3.0902	3.54	2.34	5.35

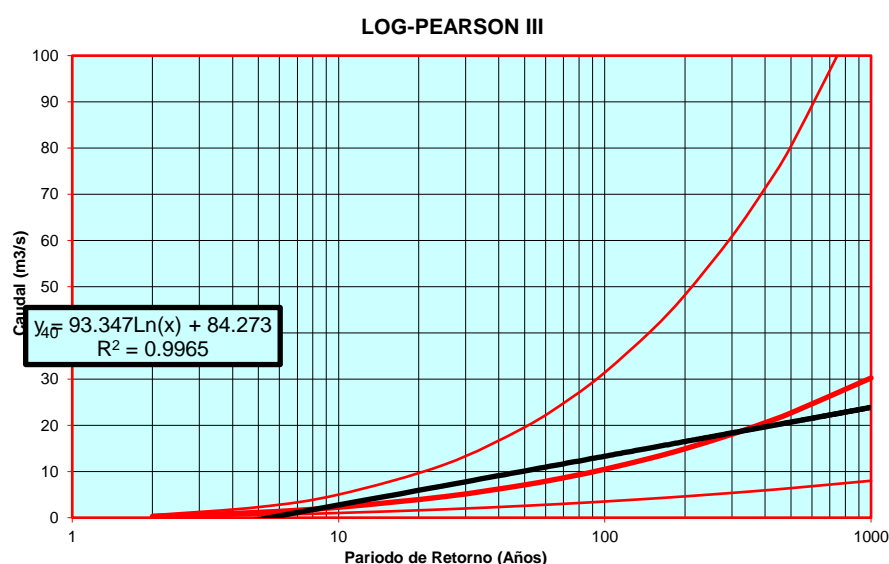
DISTRIBUCION DE GUMBEL O EXTREMA TIPO I



T _R (Años)	Probabilidad	Ln Ln T _R /(T _R - 1)	K _T	Q _{ESP}	Intervalo de confianza	
					(-)	(+)
2	0.5000	-0.3665	-0.16	0.31	0.29	0.34
5	0.2000	-1.4999	0.72	0.40	0.35	0.44
10	0.1000	-2.2504	1.30	0.45	0.39	0.51
25	0.0400	-3.1985	2.04	0.52	0.44	0.60
50	0.0200	-3.9019	2.59	0.57	0.47	0.67
75	0.0133	-4.3108	2.91	0.60	0.49	0.71
100	0.0100	-4.6001	3.14	0.62	0.50	0.73
150	0.0067	-5.0073	3.45	0.65	0.52	0.77
200	0.0050	-5.2958	3.68	0.67	0.54	0.80
300	0.0033	-5.7021	4.00	0.70	0.56	0.84
400	0.0025	-5.9902	4.22	0.72	0.57	0.87
500	0.0020	-6.2136	4.39	0.73	0.58	0.89
1000	0.0010	-6.9073	4.94	0.78	0.62	0.95

DISTRIBUCION LOG - PEARSON III O GAMA DE TRES PARAMETROS

Parametros Estadísticos	
Campo Normal	
N = 27.00	
$C_S = -3.08$	
$C_v = 0.28$	
Campo Transformado	
$Q_Y = -1.27$	
$S_Y = 0.82$	
$C_{SY} = -3.61$	
$K = F'(1-1/T_R)$	
$K = F' 0.9600$	
$Z = 1.75$	
$Z^2-1 = 2.06$	
$Z^3-6Z = -5.14$	
$C_S/6 = -0.60$	
$K_T = 0.541$	
$Q_{ESP} = \text{Exp}(Q_Y + K_T S_Y)$	
$Q_{ESP} = 0.44$	
Intervalo de Confianza	
0.33	0.58
Factor de Frecuencia	
$K_T = Z + (Z^2-1) (C_S/6)$	



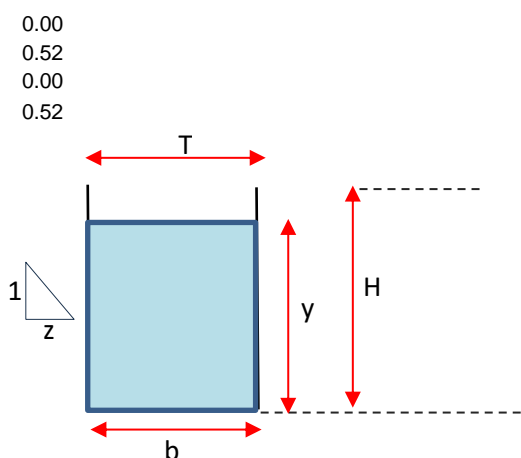
T _R (Años)	Probabilidad	Z	K _T	Q _{ESP}	Intervalo de confianza	
					(-)	(+)
2	0.5000	0.0000	0.3577	0.38	0.29	0.49
5	0.2000	0.8416	0.5006	0.43	0.32	0.56
10	0.1000	1.2816	0.5032	0.43	0.32	0.56
25	0.0400	1.7507	0.5413	0.44	0.33	0.58
50	0.0200	2.0537	0.6196	0.47	0.35	0.62
75	0.0133	2.2164	0.6875	0.50	0.37	0.66
100	0.0100	2.3263	0.7457	0.52	0.39	0.70
150	0.0067	2.4747	0.8420	0.56	0.42	0.76
200	0.0050	2.5758	0.9204	0.60	0.44	0.82
300	0.0033	2.7131	1.0448	0.66	0.48	0.92
400	0.0025	2.8070	1.1428	0.72	0.52	1.00
500	0.0020	2.8782	1.2244	0.77	0.55	1.08
1000	0.0010	3.0902	1.5081	0.97	0.66	1.42

RESULTADOS CAUDAL DE DISEÑO		
METODO	R ²	Q(m ³ /s)
LOG NORMAL	0.974	1.18
GUMBEL	0.999	0.52
LOG PEARSON	0.772	0.44
MEJOR AJUSTE	0.999	0.52
SELECCIONAR >>>>>>>>>>	Q(m ³ /s) =	0.52



(*) .- R = Coeficiente de Correlacion

SECCIÓN DE LAS CUNETAS

y	0.50	A=	0.20	*
z	0	P=	1.40	
b	0.4	H=	0.60	
n	0.013	T=	0.40	
S	0.10%	Q=	0.13 m³/s	OK



* Los ductos colectores tienen un diámetro de 30", cuya área sería de 0.45m²

 
Manuel I. Vidarte Zelada
INGENIERO CIVIL
CIP 117351

Caudal de Diseño

El concepto básico del Método Racional, asume que el máximo porcentaje de escurrimiento de una cuenca pequeña ocurre cuando la intensidad de tal cuenca está contribuyendo el escurrimiento y que el citado porcentaje de escurrimiento es igual a un porcentaje de la intensidad de lluvia promedio. Lo anterior en forma de ecuación resulta:

$$Q = 0.278 C I A$$

Donde:

- Q = Caudal en m³/seg
C = Coeficiente de escorrentía
I = Intensidad de lluvia en mm/hora
A = Área de la cuenca en Km²

El Coeficiente de Escorrentía se determina en función de las características físicas del área drenante.

Estas características físicas, se resumen en los cuadros N°s 5, 6, 7 y 8:

Cuadro N° 5: Clasificación de Suelos según NRSC

Tipos de Suelo	Textura del Suelo
A	Arenas con poco limo y arcilla
B	Arenas finas y limo
C	Arenas muy finas, limo, suelos con alto contenido de arcilla
D	Arcillas en grandes cantidades, suelos poco profundos con subhorizontes de roca sana, suelos muy impermeables

Fuente: Estudio: **MODELO PARA DETERMINAR EL EFECTO SOBRE EL RECURSO HÍDRICO DE LA SIERRA DE LAS MINAS Y EL CERRO ALUX - Guatemala**

De este cuadro se determinó que para el tipo de suelo en análisis, corresponde al tipo A.

Cuadro N° 6: Coeficiente de Escorrentía según NRSC

FACTORES DE CLASIFICACION		VALORES DE c' *
TOPOGRAFÍA	Terreno plano, con pendiente de 0.15%	0.3
	Terreno ondulado, con pendiente de 0.35%	0.2
	Terreno accidentado, con pendiente de 4.00%	0.1
SUELOS	Arcilloso – firme	0.1
	Arcillo – arenoso	0.2
	Arcillo – arenoso suelto	0.4
COBERTURA	Terrenos cultivados	0.1
	Bosques	0.2

Fuente: Estudio: **ESTUDIO HIDROLOGICO DEL AREA DEL PROYECTO PICHITA-CALUGA. Perú.**

* El coeficiente de escurrimiento C se obtiene restando a la unidad la suma de los c' para cada uno de los tres factores

Del cuadro anterior se determinó que para el tipo de suelo en análisis, **C = 0.40** (primer valor).

Cuadro N° 7: Coeficiente de Escorrentía según NRSC

TOPOGRAFÍA	DESCRIPCION DE SUELOS O TIPOS DEL SCS	COBERTURA	COEFICIENTE
LLANA	Arcilloso firme impenetrable (D)	Cultivo	0.5
		Bosque	0.4
	Arcillo - arenoso firme (C y B)	Cultivo	0.4
		Bosque	0.3
	Arcillo - arenoso abierto (A)	Cultivo	0.2
		Bosque	0.1
ONDULADA	Arcilloso firme impenetrable (D)	Cultivo	0.6
		Bosque	0.5
	Arcillo - arenoso firme (C y B)	Cultivo	0.5
		Bosque	0.4
	Arcillo - arenoso abierto (A)	Cultivo	0.3
		Bosque	0.2
ACCIDENTADA	Arcilloso firme impenetrable (D)	Cultivo	0.7
		Bosque	0.6
	Arcillo - arenoso firme (C y B)	Cultivo	0.6
		Bosque	0.5
	Arcillo - arenoso abierto (A)	Cultivo	0.4
		Bosque	0.3

Fuente: Estudio: **ESTUDIO HIDROLOGICO DEL AREA DEL PROYECTO PICHITA-CALUGA. Perú.**

Del cuadro anterior se determinó que para el tipo de suelo en análisis, **C = 0.60** (segundo valor).

Cuadro N° 8: Coeficiente de Escorrentía según NRSC

TIPOS DE SUELOS	P _{24h} (mm)	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA PARA ÁREAS EN Km²				
		< 0.1	0.10 – 1.0	1.0 – 10.0	10.0 – 100.0	> 100.0
TIPO D	80	0.6	0.7	0.65	0.65	0.6
	81 – 150	0.9	0.85	0.8	0.8	0.8
	151 – 200	0.95	0.9	0.9	0.9	0.9
	> 200	0.95	0.95	0.95	0.9	0.9
TIPO C	80	0.7	0.6	0.55	0.5	0.45
	81 – 150	0.85	0.8	0.75	0.65	0.65
	151 – 200	0.85	0.85	0.8	0.7	0.7
	> 200	0.9	0.9	0.8	0.75	0.75
TIPO B	80	0.55	0.55	0.4	0.35	0.2
	81 – 150	0.65	0.63	0.56	0.45	0.3
	151 – 200	0.75	0.7	0.65	0.55	0.4
	> 200	0.8	0.75	0.7	0.65	0.5
TIPO A	80	0.35	0.28	0.2	0.2	0.15
	81 – 150	0.45	0.35	0.25	0.25	0.2
	151 – 200	0.55	0.45	0.4	0.35	0.3
	> 200	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4

Fuente: Estudio: ESTUDIO HIDROLOGICO DEL AREA DEL PROYECTO PICHITA-CALUGA. Perú.

Del cuadro anterior se determinó que para el tipo de suelo en análisis, **C = 0.35** (tercer valor).

De esta manera, estos tres coeficientes de escurrimiento, se promediaron para obtener el definitivo a utilizar. En este caso el coeficiente de escurrimiento C se tomó igual a **0.45**

Finalmente se tiene el cuadro N° 9, mediante el cual se determinan los Caudales de Diseño:

Cuadro N° 9: Caudales de Diseño
(Estación "Miraflores")

CUENCA	L (m)	H (m)	T _c (min)	C	I ₂₅ (mm/hora)	A (Km²)	Q (m³/seg)
Fernandez	5,000.00	20.00	115.20	0.45	33.80	0.02	0.08

Fuente: Estudio Elaboracion propia

10 CONCLUSIONES

- Con los caudales determinados, se podrán dimensionar las obras de arte principales (puentes) y las obras de arte menores (alcantarillas, cunetas y badenes).
- Los caudales han sido determinados mediante métodos válidos por la práctica de la ingeniería, y permiten la ocurrencia aleatoria de diferentes fenómenos pluviales.

11 RECOMENDACIONES

- En los posteriores niveles del presente estudio, se recomienda implementar y enriquecer las conclusiones a las cuales se ha arribado en este proyecto.
- Se deberá tener como base de información hidrológica, los registros pluviográficos de la estación "Miraflores".

IV. CÁLCULO DE CAUDALES

Método Racional

Para determinar los caudales, se empleará el **Método Racional**. Para la aplicación de este método se aplicará lo establecido por la Natural Resources Conservation Services (NRCS), y que anteriormente era la United States Soil Conservation Service (USSCS):

A. CUENCA "QUEBRADA FERNANDEZ"

- 1) A : Área de la cuenca
A = **543.00 Km²**
- 2) L : Longitud del curso de agua mas largo
L = **5,000.00 m**
- 3) CM : Cota mas alta de la cuenca
cm : Cota mas baja de la cuenca

CM = **1,600.00 m**
cm = **1,580.00 m**
- 4) H : Diferencia de nivel entre el punto mas alto y el punto mas bajo

$$H = CM - cm$$

$$H = **20.00 m**$$

- 5) T_c : **Tiempo de concentración**

Tenida la información topográfica, queda definir el tiempo que una gota de agua tarda en llegar desde la parte más alta de la cuenca hasta la desembocadura en el punto de estudio. Este tiempo se calcularía con la siguiente fórmula:

$$T_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

- T_c = Tiempo de concentración en minutos
L = Longitud el curso de agua más largo en metros
H = Diferencia de elevación en metros

$$T_c = **115.20 min**
T_c = **1.92 horas**$$

- 6) *i* : Intensidad de cálculo para un período de retorno de 25 años

$$i = \frac{15,632.055}{(t_d + 194.396)^{1.070}}$$

Donde:

- I_c = Intensidad de Cálculo para un período de retorno de 25 años
t_d = Duración de tormenta en minutos, y que es igual al Tiempo de Concentración

$$i = **33.80 mm/hora**$$

IV. CÁLCULO DE CAUDALES

7) Caudal de Diseño

El concepto básico del Método Racional, asume que el máximo porcentaje de escurrimiento de una cuenca pequeña ocurre cuando la intensidad de tal cuenca está contribuyendo el escurrimiento y que el citado porcentaje de escurrimiento es igual a un porcentaje de la intensidad de lluvia promedio.

$$Q = 0.278 C i A$$

Donde:

Q = Caudal en m³/seg
C = Coeficiente de escorrentía
I = Intensidad de lluvia en mm/hora
A = Área de la cuenca en Km²

Coeficiente de Escorrentía C = 0.45

El Coeficiente de Escorrentía se determina en función de las características físicas del área drenante.

Intensidad $i_{25} = 33.80$ mm/hora

Área de la cuenca x % de influencia del proyecto A = 0.0184 Km²
18376.932 M2

Q = 0.08 m³/seg

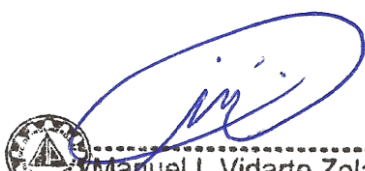

CONCLUSIONES

El Caudal de diseño usando el método racional, para las precipitaciones extraordinarias pronosticadas para fines del 2023 es de 0.08m³/s, siendo el área de la sección de cunetas y ductos colectores, suficientes para soportar el flujo esperado, pues cuentan con un caudal de máxima escorrentía de 0.31m³/s

RECOMENDACIONES

Se recomienda limpiar y dar mantenimiento a las cunetas y ductos del sistema de drenaje pluvial de la zona de edificios para garantizar su buen funcionamiento cuando lleguen las lluvias extraordinarias.

Se recomienda hacer pruebas de escorrentía antes de entregar la obra, para evitar el imprevisto que alguna


 Manuel I. Vidarte Zelada
INGENIERO CIVIL
CIP 117351

TESTIMONIO FOTOGRÁFICO



Imagen 1 Punto de entrega a RWS (IP-001), desde R3

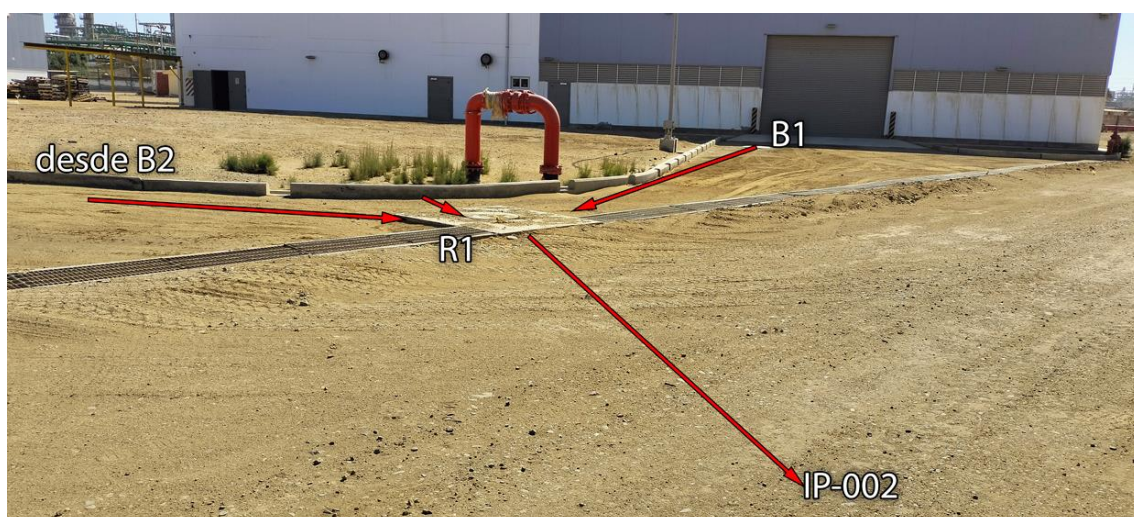


Imagen 2 Punto de entrega a RWS (IP-002), desde R1

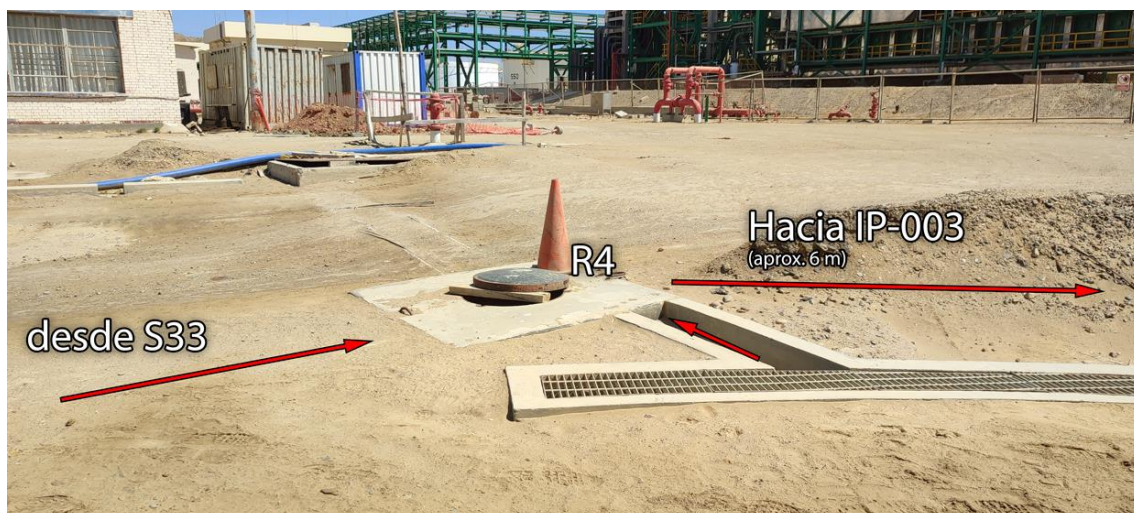


Imagen 3 Punto de entrega a RWS (IP-003), desde R4

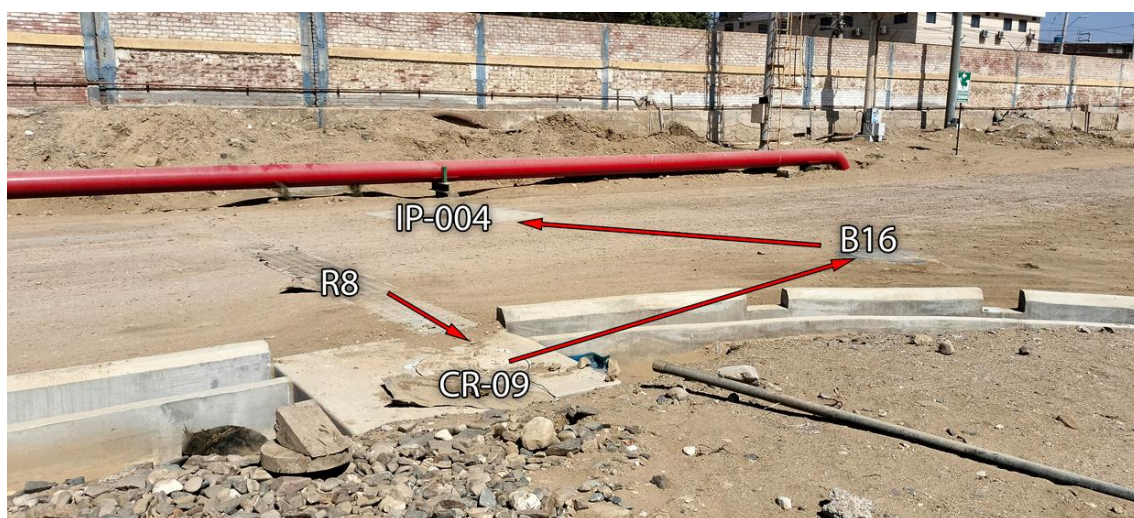


Imagen 4 Punto de entrega a RWS (IP-004), desde R8



Imagen 5 Punto de entrega a RWS (IP-005), desde CR-02 - Verificar posición, pues la zona tiene varios buzones abiertos y zonas con material encima de tapas de buzón al momento del estudio.



Imagen 6 Comprobación de estado de ductos en R3



Imagen 7 Verificación de estado de ductos en R1 (4 puntos)



Imagen 8 Estado de ductos en B16



Imagen 9 Vista de IP-003 al momento del estudio



Imagen 10 Estado de rejilla que necesita ser limpiada y reparada



Imagen 11 Cuneta colmatada de arena y sedimentos



Imagen 12 rejilla colmatada y derruida, será necesaria su rehabilitación completa



Imagen 13 Cuneta con rejilla que necesita limpieza y mantenimiento.

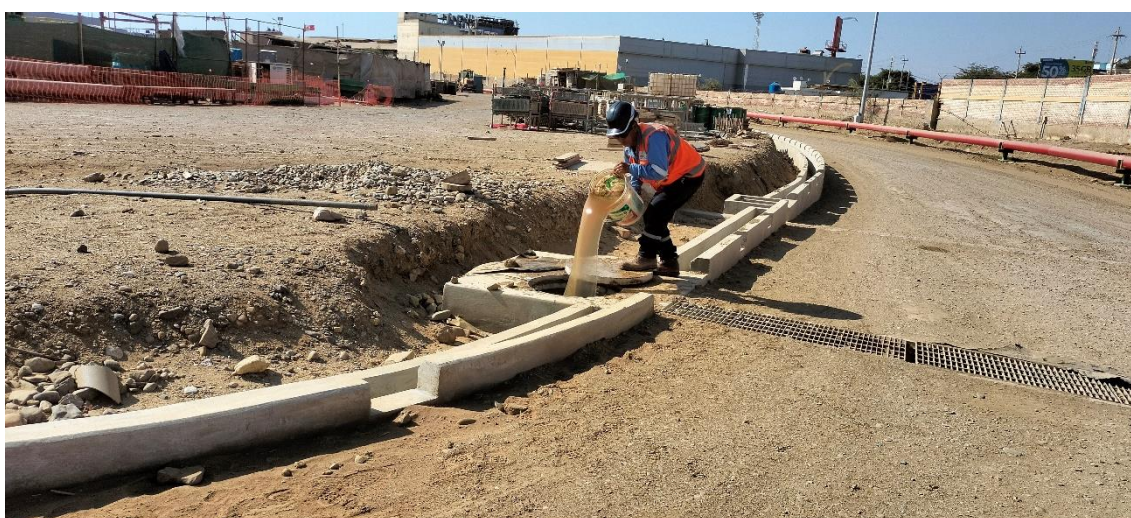


Imagen 14 Prueba de continuidad en tramos de ductos para comprobar llegada hacia la el sistema RWS