

DESCRIPCIÓN Y VIABILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO.

A) La descripción técnica del proyecto y viabilidad técnica del mismo

Es innegable que en la costa del Océano Pacífico en Baja California, las fuentes de agua existentes son notoriamente escasas e insuficientes para abastecer de agua a la población y a la industria en sus demandas futuras.

El agua proveniente del subsuelo es muy limitada y los acuíferos existentes no han captado agua suficiente, pues las recargas han estado limitadas por la escasez de lluvias. Por otro lado algunos se han contaminado y otros se han sobreexplotado.

Las fuentes de aguas superficiales tienen el carácter de ser intermitentes y la más importante, la Presa Abelardo Rodríguez, tiene aproximadamente una década sin recibir escurrimientos significativos provenientes de la cuenca del Río Tijuana.

1.- Antecedentes y situación actual del abasto de agua en los Municipios de Tijuana y Playas de Rosarito.

Con una población cercana a los 1.8 millones de habitantes, estos municipios constituyen una de las áreas metropolitanas más grandes de México, y tienen a la vez uno de los índices de crecimiento más altos del país.

El crecimiento acelerado, acompañado de la escasez de recursos hidráulicos en el área, requiere en el corto plazo de inversiones considerables para asegurar el suministro de agua y garantizar la salud pública y protección ambiental de la región.

De acuerdo a los indicadores e información de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT), en los municipios de Playas de Rosarito y Tijuana el abastecimiento de agua potable para los hogares, proveniente de fuente subterránea representó en 2011 sólo el 4% del consumo total, disminuyendo al 3% en 2012, 2% en 2013 y el 1% en 2014 (acumulado al mes de octubre), debido principalmente a la poca capacidad de recarga de este tipo de fuentes locales, pero también al largo período de estiaje presente en la región.

Debido a las escasas precipitaciones que se registran en la cuenca del Río Tijuana (203.7 mm/año en Baja California) no es posible asegurar que se tenga una captación importante en la Presa Abelardo Rodríguez, pues en la actualidad, debido al largo período de sequía, no representa una opción de abasto segura del preciado líquido, pues en 2011 solo se

proveyó el 16% de las necesidades de abasto mientras que en 2014 representó menos del 1%. Esto es que el agua superficial representa poca importancia para suministro de agua.

La fuente de agua superficial confiable proviene de las entregas que realiza Estados Unidos a México a través del Río Colorado, ubicado a más de 200 km., y venciendo una altura de más de 1,000 metros. Este escurrimiento “controlado” y garantizado de 1,850’234,000 metros cúbicos al año, se destina en un 91% para uso agrícola (por encima del promedio mundial de 65% y del país de 75%); 5% para uso urbano y 4% para uso industrial y comercial.

Por esta razón, la zona costa tiene una grave dependencia del agua suministrada desde el Río Colorado en el Valle de Mexicali, conducida por el Acueducto Río Colorado-Tijuana, pues representó el 80% en 2011 del consumo de Tijuana-Playas de Rosarito, 93% en 2012, 95% en 2013, y al mes de octubre de 2014 representó el 99%, es decir una dependencia casi total de esta fuente.

Esto, como se decía anteriormente, representa una situación muy vulnerable para la zona pues la dependencia casi total de una sola fuente de abastecimiento, tiene el riesgo de que cualquier problema en el sistema se limite o suspenda el suministro de agua a la ciudad si no se resuelve antes de agotarse la reserva de agua que se tiene en la Presa El Carrizo, que teóricamente tiene una duración de menos de 3 meses. Esto sería una crisis muy seria para la ciudad.

Un riesgo notable que pudiera llevar a esta situación sería, como sucedió en abril de 2010, un sismo que pudiera dañar el sistema de conducción (ARCT) y que no fuera posible restablecer el abasto de agua antes de agotar las reservas en la Presa El Carrizo.

En este escenario se hace necesario asegurar una fuente de abasto de agua potable alterna y confiable, la cual sería producir agua potable para la ciudad, transformando el agua de mar en agua potable a través de un proceso de desalinización. Por si solo se explica lo inagotable de esta fuente y la seguridad para que la población no padezca, en una contingencia, el desabasto de este elemento vital para su supervivencia.

2.- Ubicación del Proyecto.

Macro localización.

El Proyecto se encuentra situado en el Municipio de Playas de Rosarito, en el Estado de Baja California, ubicándose en la parte noroeste del país y ocupa la mitad norte de la península del mismo nombre. El Estado se extiende 650 km, aproximadamente de norte a sur desde la frontera con Estados Unidos de América. Con una superficie de 70,113 km², es la undécima entidad más extensa del país y representa el 3.7% del territorio nacional. Baja California está conformada por cinco municipios: Mexicali, la Capital del Estado, Tecate, Tijuana, Playas de Rosarito y Ensenada, ubicados según la figura siguiente:

Figura No. 1.



Baja California tiene dos litorales: al oeste limita con el Océano Pacífico y al este con el Golfo de California. La geografía del estado es muy diversa. La Sierra de Baja California está situada en medio de la península y en su largo tramo tiene diferentes denominaciones; las más importantes son la Sierra de Juárez y la Sierra de San Pedro Mártir.

Entre estas sierras se pueden encontrar algunos valles fértiles como los de Guadalupe y el Valle de Ojos Negros, gracias a la existencia de los acuíferos más importantes en la zona costa del Pacífico, del mismo nombre, además de los acuíferos, todos ubicados en el Municipio de Ensenada, destacando además el acuífero de Maneadero y el de San Quintín.

El clima templado hace que estas áreas sean excelentes para el cultivo de la vid, el olivo y de algunas frutas cítricas.

Los vientos del Pacífico y la corriente marina de California hacen que el clima en el extremo noroccidental sea benigno casi todo el año. Las ciudades costeras de Playas de Rosarito y Ensenada tienen uno de los mejores climas de México. Pero debido a esta misma corriente marina fría, las lluvias del norte raramente llegan a la península y esto hace que el clima se haga más seco y árido.

El área de influencia del proyecto incluye el área conurbada de los municipios de Tijuana y Playas de Rosarito, así como las comunidades de Santa Anita, Primo Tapia y Puerto Nuevo.

La proximidad con el Condado de San Diego, California en los Estados Unidos, confiere al área de influencia del proyecto una relevancia internacional importante en términos ambientales, económicos y culturales. Asimismo crea oportunidades de colaboración en materia ambiental y de infraestructura pública.

Sistema de Agua Potable

El Suministro de agua potable para el área metropolitana de Tijuana y Playas de Rosarito lo proporciona el organismo operador COMISIÓN ESTATAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE TIJUANA (CESPT), descentralizada del Gobierno del Estado.

La CESPT recibe su suministro de agua de tres fuentes: el Río Colorado, los acuíferos del Río Tijuana/Alamar/Rosarito, y los escurrimientos capturados en la Presa Abelardo L. Rodríguez.

Cuadro 2: Producción de agua año 2014			
(datos al mes de octubre)			
Fuente	m³ /año	l/s	%
Río Colorado Presa El Carrizo	98,198,910	3,788.50	98.80
Presa Abelardo L. Rodríguez	345,720	0.1	0.30
Pozos Río Tijuana/Alamar/Rosarito	875,000	0.3	0.90
Total	99,419,630	3,789.40	100.00
1 Incluye el volumen pluvial y el derivado de la presa el Carrizo.			
Fuente: Indicadores de Gestión de la CESPT.			

Según este cuadro, la CESPT depende considerablemente del Río Colorado, ya que de éste se proporciona alrededor del 99% por ciento del suministro del organismo. El ARCT es operado por la Comisión Estatal del Agua (CEA) y tiene una capacidad total de 5.3 m³/s.

De acuerdo con el Tratado Internacional de Aguas entre México y los Estados Unidos de febrero de 1944, México tiene una asignación del Río Colorado de 1,850'234,000 metros cúbicos al año, concesionadas básicamente para el uso agrícola en el Valle de Mexicali de los cuales 77 millones de metros cúbicos son para uso urbano industrial (operados por el Distrito de Riego No. 14, y no la CESPM).

Por otro lado de la capacidad de recarga del acuífero MESA ARENOSA en San Luís Río Colorado, Sonora POR 197.3 Mm3/año, la CONAGUA ha otorgado títulos de concesión para uso urbano de la siguiente manera:

Municipio	Volumen: Mm3/año	%
Ensenada	9.0	4.6
Mexicali	82.0	41.6
Tecate	3.3	1.7
Tijuana-Rosarito	80.0	40.5
San Luís Río Colorado	23.0	11.6
Total:	197.3	100.0

Actualmente, ante la falta de infraestructura para trasladar el agua de este acuífero, se aprovecha el agua superficial del Río Colorado mediante un intercambio entre los usuarios del Distrito de Riego 014 y los organismos Operadores del Estado, de tal forma que el caudal del acuífero, mediante la operación de 60 pozos de los que el Estado paga la electricidad y mantenimiento, se incorpora a la red de canales del Distrito de Riego.

De la asignación para la ciudad de Tijuana, 2.54 m³/s, son desde luego insuficientes para operar la infraestructura de conducción ya ampliada del ARCT. Para complementar las necesidades existente en la zona se acude a otras transferencias de concesionarios de las aguas del Río

Colorado.

Un incremento en la cantidad de agua del río solicitada por la CESPT, requerirá de la adquisición de derechos de agua adicionales y del incremento de la capacidad de potabilización, ya que actualmente puede potabilizar hasta 4 m³/s, cuando la capacidad ampliada del ARCT es de 5.3 m³/s.

El agua del Río es conducida a la Presa El Carrizo, con una capacidad de almacenamiento de 47 millones de metros cúbicos, mediante un acueducto con capacidad nominal de 4,000 l/s, que ha sido ampliada en 1,300 l/s para una capacidad nominal total de 5,300 l/s.

La conducción se hace a través de un sistema de bombeo que tiene que vencer una carga de alrededor de 1,000 metros sobre el nivel del mar (msnm). El agua almacenada en esta presa se conduce a la planta potabilizadora El Florido para su potabilización y posterior distribución.

También existe la alternativa de que de la Presa El Carrizo se pueda conducir agua a la Presa Abelardo Rodríguez para ampliar la capacidad de almacenamiento, de donde podría ser enviada a la potabilizadora El Florido por el Acueducto ya existente.

Acuíferos

La mayoría de los pozos del acuífero Rosarito han dejado de ser utilizados debido a problemas de intrusión de agua salobre como resultado del bombeo excesivo y su cercanía al mar. Se espera que estos pozos en el futuro dejen de ser explotados por las condiciones de salinidad, o que sean sometidos a tratamiento de desalación, sin embargo la desalinización lo hace un sistema circular porque al provocar mayor intrusión salina, los sólidos disueltos tienden a aumentar cada vez más.

Los pozos del acuífero Río Tijuana/Alamar tienen capacidad para producir 430 l/s, aunque debido a su contaminación requieren tratamiento para la remoción de hierro y manganeso.

Presa Abelardo L. Rodríguez

Durante periodos de lluvia la presa puede capturar cantidades de agua importantes, más de 30 millones de metros cúbicos, para su posterior potabilización en la planta Abelardo L. Rodríguez (250 l/s), así como en la Potabilizadora El Florido pues existe el Acueducto Presa Rodríguez-El Florido, dependiendo de su capacidad pues ésta puede ser necesaria para el tratamiento del agua de la Presa el Carrizo.

DEMANDA DE AGUA Y CRECIMIENTO POBLACIONAL.

Con la finalidad de determinar el Balance de Agua 2015-2044 para los Municipios de Tijuana y Playas de Rosarito, en base a datos confiables, se analizó el siguiente escenario de demanda:

Estudio de demanda elaborado mediante una muestra del consumo de 750 usuarios domésticos con todo tipo de ingresos y durante todo un año; asimismo se consideraron los consumos totales de los usuarios comerciales, industriales y de gobierno que proporcionó la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT).

De acuerdo a datos de la CESPT, las variables consideradas para la estimación en el tiempo fueron las siguientes:

- Población base año 2014: 2'233,279
- Porcentaje de población servida (constante 2015-2044): 96%
- Población servida año 2014: 2'143,948
- Crecimiento poblacional tasa anual (constante 2015-2044): 2.7%
- Perdidas físicas en la red (constante 2015-2044): 12%

Requerimientos de Recursos Hidráulicos

Si consideramos las proyecciones del cuadro anterior se hace necesaria la revisión de las posibles fuentes de nueva agua en forma inmediata, pues si nos atenemos a dichos datos se está muy cerca de agotar las fuentes de suministro en el corto plazo. Existe un número considerable de fuentes de abastecimiento de agua potenciales, aunque no todas resultan necesariamente factibles para las condiciones físicas, económicas y sociales de la zona.

Fuentes Potenciales de Agua

a).- Río Colorado:

Se han hecho inversiones importantes para incrementar la capacidad de conducción de agua desde el Río Colorado (5,300 l/s), sin embargo la fuente posible implica la necesidad de gestionar el incremento de "Derechos" de agua para Tijuana-Playas de Rosarito provenientes del Río Colorado. Esto requiere de inversiones en infraestructura ahorradora de agua en la agricultura con el fin de liberar recursos y poder negociar la transferencia de Derechos de esos concesionarios, y poder transferir dichos ahorros de agua para Tijuana-Playas de Rosarito.

También es importante explorar los esquemas que permiten en forma temporal y rotativa transferir el agua de uso agrícola y destinarla al consumo urbano, mecanismo de "descanso de tierra" dejando de sembrar en un determinado ciclo agrícola un cierto número de agricultores, a los que se les pagaría un precio por su agua, y en el siguiente período dejarían de sembrar otros y así sucesivamente, pagando un precio que considere los beneficios que el agricultor obtiene de su actividad. Estos acuerdos deben ser por períodos de 20 o más años, para garantizar suministro de agua a largo plazo.

En este esquema la máxima cantidad de agua que se puede conducir desde el Río Colorado es de 5,300 l/s, para el próximo año (2015) se enfrenta a una demanda media diaria de 5,651 l/s, representando un déficit de 1,100 l/s ya para el año próximo, lo cual significa que no se tendría las fuentes y la infraestructura para los futuros crecimientos, además de las altas inversiones de recursos públicos que implica.

b). – Desalinizar agua de mar

De acuerdo con el esquema de abastecimiento detallado en el punto anterior el déficit proyectado se satisfaría únicamente con la desalación de agua de mar, la cual representa una fuente inagotable de agua en el área de estudio.

La construcción de una planta desalinizadora aumentaría la diversidad de fuentes de abastecimiento para Tijuana-Playas de Rosarito, y reduciría la dependencia de la CESPT en el Río Colorado, además de significar, como se mencionó anteriormente, una diversificación del riesgo de la dependencia de una sola fuente de abastecimiento, considerando que la infraestructura de conducción en su mayoría se encuentra alojada en zona altamente sísmica.

Las dos opciones anteriores pueden permitir crear una solución en la que se cuenta tanto con una planta desalinizadora como con un acueducto.

La combinación de estas fuentes permitiría optimizar el uso de una u otra fuente dependiendo de las condiciones temporales del sistema, sobre todo considerando los costos de energía, el traslado a grandes distancias del agua, y también sería un respaldo tener agua desalada ante el riesgo de la reducción de la cuota del Río Colorado por “sequía extrema” contemplada en el tratado de 1944 entre México y Estados Unidos.

Por otro lado la construcción de plantas para desalar agua de mar representaría que es necesario acudir a la inversión privada, minimizando la inversión pública, y que las condiciones técnicas para su realización tienen períodos mucho más cortos lo que permitiría tener soluciones en menos tiempo.

Micro localización.

La extensión de los municipios de Tijuana y Playas de Rosarito es de 1,392 km², que representa el 2% del estado. Son los municipios de menor extensión territorial y mayor densidad demográfica. De acuerdo al Censo de Población y de Vivienda de 2010, en estos municipios había 747,381 habitantes, que representaban el 45% del Estado, con una densidad de población de 536.91 habitantes por km². Sin embargo, actualmente esta población se estima en alrededor de 1.8 millones de habitantes.

La Planta desalinizadora se localiza en el Municipio de Playas de Rosarito ubicado a 30 km al suroeste de Tijuana, a un costado de la planta termoeléctrica de la CFE ubicada en dicho municipio. La figura siguiente ilustra la ubicación exacta.



3.- Alcances del proyecto en población a beneficiar.

3.1.- Alcances del proyecto.-

El proyecto se divide en dos partes: la primera es la construcción de una planta desalinizadora de agua de mar, ubicada en el Municipio de Playas de Rosarito, Baja California. Con una capacidad en su primera etapa de 2.2 m³/segundo y en una segunda etapa de 2.2 m³/segundo. De acuerdo con el PDUCP-PR 2007-2020 la ubicación de la superficie de 20 hectáreas donde se construirá la Planta Desalinizadora corresponde a las PARCELAS 33 y 34 Distrito I, Barrio I, en el Municipio de Playas de Rosarito, Baja California, clasificada como uso de suelo INDUSTRIA LIGERA CONDICIONADA.

La segunda parte es la construcción de un ACUEDUCTO con un trazo que inicia en la propia Planta Desalinizadora, y concluye en la Planta Potabilizadora El Florido, en El Florido, Delegación La Presa, Municipio de Tijuana Baja California, denominándose Acueducto Rosarito-El Florido.

De acuerdo con anuencia de la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado (SIDUE) se realizan trabajos técnicos y condiciones de servidumbre en un tramo del Corredor 2000 Tijuana-Rosarito, desde el entronque con la Carretera Libre Tijuana-Tecate, hasta el acceso al Desarrollo Delicias, en la zona Cueros de Venado. Asimismo, de acuerdo con el IMPLAN se ha definido la compatibilidad del uso del suelo dentro del trazo propuesto para el acueducto en lo correspondiente al Municipio de Tijuana.

Figura 2. Propuesta de trayectoria del Acueducto Rosarito-El Florido



Fuente: HABITAT ASESORES S.C.

En el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana, B.C. (PDUP 2010-2030)¹, en especial en el Plano E-32 Carta Urbana, se observa que la acción de urbanización proyectada incide en los Sectores 13, 20, 21 y 23, así como en los Subsectores 13.4, 20.3, 20.4, 21.1, 22.2, 22.3, 23.1, 23.2, 23.3 y 23.4, y que la Matriz de Compatibilidad asigna compatibilidades favorables de uso de suelo para acueducto.

Figura 3. Propuesta de trayectoria de Acueducto Rosarito-El Florido



Fuente: IMPLAN, elaboración propia.

Dentro del mismo Programa en el Plano D7.17 Esquema Vial existente, señala que del 100% de la trayectoria de Acueducto Propuesto dentro del territorio municipal, la propuesta que presenta se inserta en un 61.03% sobre el camellón central del derecho de vía del Corredor Tijuana-Rosarito 2000, y el 38.97% incide en propiedad privada. Es importante señalar que el Corredor Tijuana-Rosarito 2000 es una vialidad de jerarquía primaria de acceso controlado, con origen en la Carretera de Cuota Tijuana-Mexicali.

¹ Publicado en el PDUP No. 38, tomo Cuarta de fecha 3 de septiembre de 2010 e inscrito en el Registro Público de la Propiedad y el Comercio (RPPC) el 3 de mayo de 2011, bajo el protocolo 556694.

3.2.- Población a beneficiar.

De acuerdo a los datos que presenta INEGI en el Anuario Estadístico de Baja California 2013 con actualización a 2014 por CONAPO, el Estado y los Municipios tienen la siguiente población:

Cuadro No.1.

Población total por municipio		Cuadro 3.34					
2012 y 2014		2012			2014		
Municipio	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	
Estado	3 326 823	1 676 666	1 650 157	3 432 844	1 726 266	1 706 578	
Ensenada	454 397	243 077	211 320	511 772	257 244	254 528	
Mazatlán	954 951	495 482	459 469	1 012 059	509 654	502 405	
Playas de Rosarito	56 282	30 185	26 097	1 02 069	52 476	50 593	
Tecate	100 400	55 000	45 400	1 00 875	57 476	53 399	
Tijuana	1 644 208	823 833	820 375	1 836 450	948 370	888 080	

Nota: La información está referida a mitad de cada año.
Debido a los redondeos de las cifras, la suma de las parciales puede no coincidir con los totales.

Fuente: CONAPO. Proyecciones de la población 2010-2050. www.conapo.gob.mx (10 de marzo de 2014).

Como se ha mencionado antes, para el 2014 son casi 1.8 millones de habitantes en la zona conurbada de Tijuana y Playas de Rosarito, además se deberá considerar que son dos ciudades con una elevada afluencia de visitantes cercana a los 500 mil personas promedio anual, entre los cruces fronterizos, los turistas nacionales (que se hospedan con familiares y en hoteles) y extranjeros (que también se hospedan con familiares y hoteles) más los excursionistas.

Para los cálculos de dotación de agua y cobertura del servicio de agua potable y drenaje sanitario, la CEA ha determinado en conjunto con la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT) otras cifras de población que validan con el Consejo Estatal de Población para los dos municipios que son diferentes a los datos de INEGI, toda vez que la empresa operadora del sistema de agua de Tijuana y Rosarito tiene que considerar la población flotante, ya que con los datos oficiales se tendría una cobertura teórica muy superior al 100%, dicha población flotante se refleja en los 20 millones de cruces fronterizos al año y de la afluencia de turismo nacional y extranjero al estado.

La diferencia en los cálculos es en función de la tasa de crecimiento poblacional, INEGI considera que Tijuana crece a un ritmo del 1.6% promedio anual y Rosarito crece a una tasa promedio anual de 2.4%, durante el periodo 2012-2014; mientras que las autoridades del agua del Estado consideran que Tijuana aumentan su población a un ritmo del 2.76% promedio anual y en Playas de Rosarito a un ritmo mayor alcanzando un 4.5% promedio anual.

El cuadro siguiente muestra las variaciones de la población que se utilizaron para el diseño del Plan Maestro de la CESPT y que se usan también para las dotaciones de agua a través del ARCT a las ciudades de Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito.

PROYECCIÓN DE POBLACIÓN PARA TIJUANA Y ROSARITO 2010-2024					
Año	Tijuana	Rosarito	Total	COB %	Población Servida
2010	1,907,693	127,351	2,035,044	96.6%	1,965,853
2011	1,964,190	131,123	2,095,313	96.6%	2,024,072
2012	2,012,048	134,918	2,146,966	96.6%	2,073,969
2013	2,078,230	138,736	2,216,966	96.6%	2,141,589
2014	2,135,703	142,572	2,278,275	96.6%	2,200,814
2015	2,193,432	146,426	2,339,858	96.6%	2,260,303
2016	2,251,382	150,295	2,401,677	96.6%	2,320,020
2017	2,309,520	154,176	2,463,696	96.6%	2,379,930
2018	2,367,812	158,067	2,525,879	96.6%	2,439,999
2019	2,426,227	161,967	2,588,194	96.6%	2,500,195
2020	2,484,731	165,872	2,650,603	96.6%	2,560,482
2021	2,544,613	169,869	2,714,482	96.6%	2,622,190
2022	2,605,938	173,963	2,779,901	96.6%	2,685,384
2023	2,668,741	178,155	2,846,896	96.6%	2,750,102
2024	2,733,058	182,449	2,915,507	96.6%	2,816,380

Fuente: CESPT.

Se muestra una cobertura de 96.6% de la población porque se tiene un crecimiento de alrededor de entre 15 mil y 20 mil viviendas por año en las dos ciudades; tan solo con los datos de INEGI, la población aumentó en 25 mil personas por año del 2012 al 2014, es decir en viviendas con hacinamiento alrededor de 3.8 personas por casa habitación serian alrededor de 8,000 viviendas en cada año, aunado al rezago histórico nos arroja la falta de cobertura de 3.4% de habitantes de Tijuana y Rosarito.

La hipótesis de las cifras de población de CEA y CESPT se refuerza porque a octubre de 2014 existen aproximadamente 565,192 cuentas de agua con servicio doméstico en Tijuana y 32,030 cuentas de servicio doméstico en Rosarito, que con 3.8 habitantes por cuenta arroja un total de 2'147,730 habitantes en Tijuana y 121,714 habitantes en Rosarito. Cabe aclarar que estos datos no coinciden exactamente con los del cuadro anterior porque en el cuadro se contabiliza al mes de junio del 2014 y al mes de octubre ya hay una diferencia de más de 5,000 cuentas registradas que son alrededor de los 15 mil habitantes más.

4.- Viabilidad Técnica del Proyecto.

Descripción del proceso de desalinización

La Planta desalinizadora de agua de mar que NSC Agua o la empresa que se constituirá para ese fin exclusivo, tendrá una capacidad de producción nominal de 378,500 m³/día operando de forma continua durante las 24 horas.

La toma de agua de mar se realizará aprovechando el agua residual derivada de los condensadores de enfriamiento del proceso de generación de energía eléctrica de la CFE en la C.T. Presidente Juárez.

Más precisamente, a partir de la descarga de las unidades 8, 9, 10 y 11, las cuales siendo unidades de ciclo combinado, resultan ser las más eficientes en el complejo termoeléctrico

y por lo tanto son las encargadas de la producción base y con ello la fuente más estable de alimentación de agua de mar al proceso.

Figura 1.- Diagrama de las obras de toma en la Planta de CFE.



Figura 2.- Canal de descarga de la C.T. Presidente Juárez en el punto de descarga de las unidades 8 y 9. Obra de descarga al canal de las unidades 10 y 11 de la C.T. Presidente Juárez



Junto a cada uno de los Pozos de Descarga se construirán las cajas de captura del agua residual de la CFE para ser recibidas y bombeadas hacia la planta desalinizadora. Estas cajas de captura contarán con sus correspondientes caídas de agua hacia el canal de descarga para evitar desbordamientos hacia el terreno de CFE, en caso que el volumen de agua demandado por la planta sea menor al volumen recibido en las cajas de captura. El caudal

de agua de mar para la operación del proceso de desalinización a plena carga será de 757,000 m³/día.

Para los periodos de mantenimiento a cualquiera de las unidades referidas y en los que la demanda de agua de la planta exceda la disponibilidad de agua de las unidades en operación, se contará con una obra de toma de emergencia en el canal de llamada de la CFE con la cual se cubrirá la demanda de agua de mar para estos periodos.

En la siguiente figura se presenta el diagrama de flujo de los procesos que constituirán la operación de la planta desalinizadora. En estos diagramas se presenta al proceso segmentado en operaciones unitarias, etapas o pasos. A cada una de estas etapas o pasos están asociadas sus entradas y salidas. Se observa que en cualquier proceso, la entrada para la mayoría de los pasos o etapas, es la salida de un paso previo, es decir, el producto intermedio producido por una etapa del proceso es la entrada para la siguiente etapa.

El resto de las entradas a cada operación unitaria, son los insumos requeridos para su ejecución. Las entradas a cada etapa del proceso se ubican en el diagrama a la izquierda del cuadro que representa la operación unitaria.

Al lado derecho del cuadro que representa a las operaciones unitarias se presentan las salidas, sean estas productos intermedios, los cuales el diagrama presenta como entradas a otros procesos, o salidas finales del proceso ubicadas en la columna a la extrema derecha, o como emisiones del proceso, sean corrientes de agua residual o corrientes de residuos sólidos. Todas estas salidas están representadas en el diagrama con obvias simbologías.

La ventaja principal de esta planta, es que no se requiere perforar pozos playeros para extraer el agua de mar, ya que se estaría tomando parte del agua que la planta termoeléctrica retorna al mar para procesarla en la desalinizadora, además se devolverán a este mismo flujo de salida al mar el agua de retorno de la planta junto con el agua de retrolavados.

Cabe señalar que a partir de mediados del 2104 se han estado realizando análisis del agua en los pozos y en el canal de descarga por parte del Laboratorio EUROFINs procedente de Monrovia California, cuyos reportes se presentan en el anexo técnico de este documento.

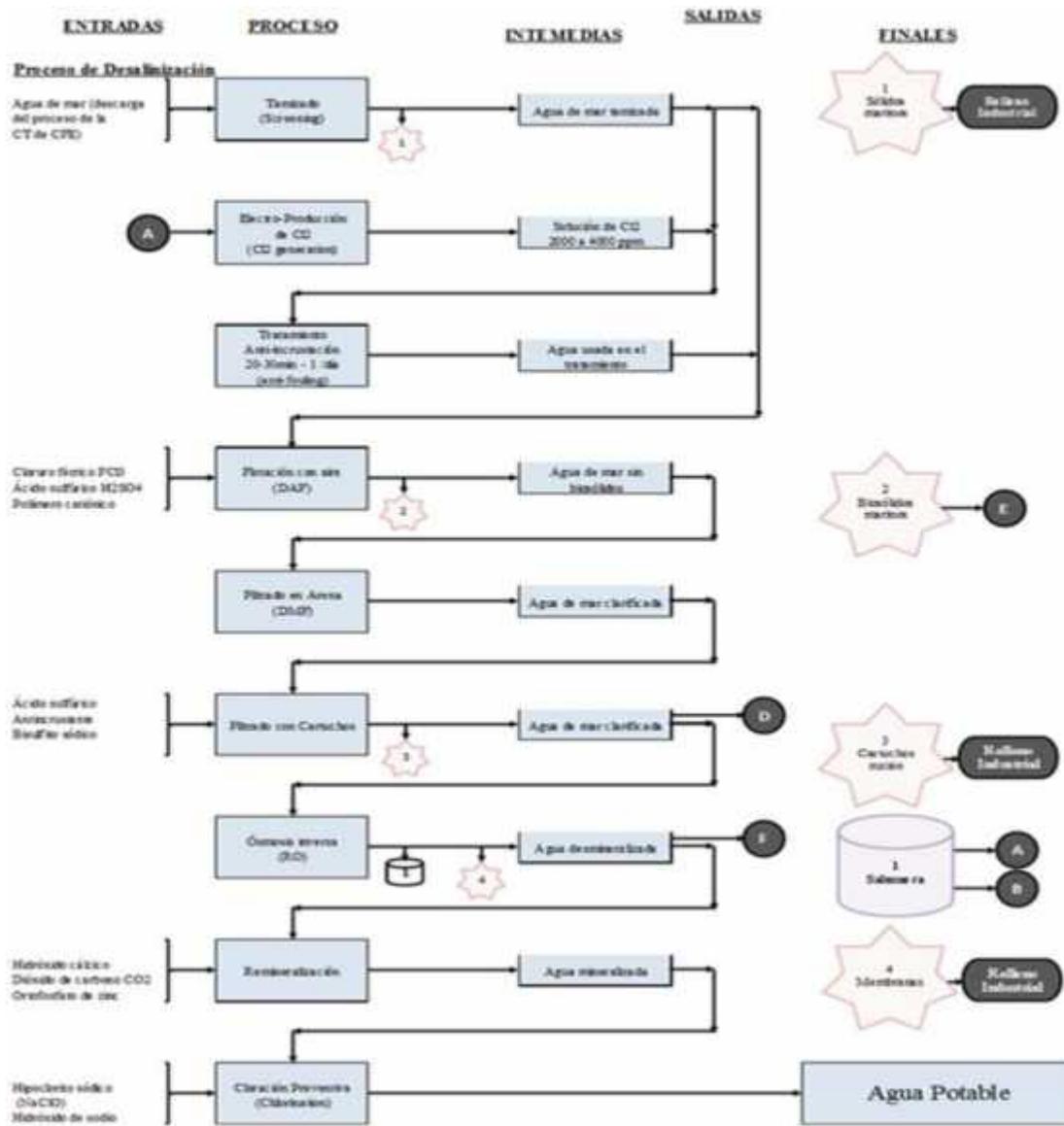
Por otra parte, el Ing. Juan Carlos Coronado Fararoni ha realizado los estudios geotécnicos tanto para la planta de bombeo, para la planta desalinizadora, para los canales de entrada y salida de agua de CFE y para el acueducto proyectado al florido, a través de la empresa EPGC, que también se adicionan al anexo técnico.

El conjunto de empresas MALCOM PIRNIE, SKM y VEOLIA WATER, ejecutaron el estudio de factibilidad técnica de la planta y del acueducto, en diciembre del 2009, que fue la primera aproximación para inicios de los trabajos de programación de la planta, mismo que se incorpora al anexo técnico.

La empresa GHD realizó el estudio de diseño conceptual de entrada y salida del agua de la planta, desde la obra de toma, hasta la entrega en el acueducto programado de salida del agua desalinizada, el cual forma parte del anexo técnico.

A continuación se presenta una breve descripción del proceso:

Figura 4.- Diagrama de flujo procesos de operación.



Proceso Central

El proceso de desalinización está compuesto por 9 etapas, mismas que se describen a continuación:

1. Tamizado

Esta es la etapa inicial del proceso, consiste en hacer pasar al agua de mar por un tamiz o colador. Las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz atravesándolo y las grandes quedan retenidas por el mismo. En la toma de agua de mar se utilizarán 13 tamices estáticos, con una apertura de entre 25 – 50 mm, que evitarán la succión de partículas de mayor tamaño. Cerca de las bombas se colocarán 13 tamices de banda, con una apertura de entre 3 – 5 mm, donde se eliminarán las partículas de mayor tamaño retornándolas al mar.

2. Electro-generación de Cloro

El sistema de electro-generación de cloro, producirá una concentración elevada de cloro que podrá ser usado para la desinfección (2,000-4,000ppm). La solución será almacenada en un tanque en preparación para ser dosificada en la siguiente fase del proceso.

La electrólisis de cloruro sódico (sal) para la fabricación de hipoclorito sódico "in situ" es uno de los procesos electroquímicos más antiguos de la industria química. La electro generación "in situ" de disoluciones de hipoclorito sódico se ha popularizado en aplicaciones industriales, donde es posible usar como materia prima agua de mar. En el caso de la planta desalinizadora se tendrá un gran volumen de salmuera (agua de rechazo) como corriente residual que podrá ser aprovechada para la generación de la solución de alta concentración requerida para el siguiente paso del proceso.

3. Tratamiento de choque con Cloro.

El sistema de ingreso de agua de mar a la planta, al igual que los circuitos de refrigeración de las plantas termoeléctricas cercanas al mar, o los circuitos de refrigeración de los grandes buques transoceánicos, quedaría colapsado por el crecimiento de algas, moluscos y otros organismos marinos. Para evitar que esto ocurra se determinó realizar diariamente un tratamiento de choque con cloro. El plan es inyectar a la corriente de agua de mar que ingresa a la planta, una vez al día durante 20 a 30 minutos, la solución 2,000 a 4,000 ppm de cloro producida mediante electro-generación. Este tratamiento dará por resultado evitar la incrustación por organismos en esta instalación.

La solución con alta concentración de cloro será dosificada a la entrada de las instalaciones en el cajón de la toma de emergencia y en los cajones de captura de agua de mar #1 y #2. La concentración resultante esperada es de 20 ppm de cloro. Esta corriente desinfectante viajará a través de toda la tubería de alimentación a la planta, e ingresará a los sistemas de pretratamiento como agua de alimentación al proceso. Para prevenir el daño que ocasiona a las membranas de las unidades de ósmosis inversa la presencia del cloro, este se eliminará de la corriente utilizando meta-bisulfito de sodio antes de entrar a la etapa de filtración (filtros de cartucho).

4. Filtración por Flotación.

Para eliminar elementos menores a 2 milímetros que se encuentren en el agua de mar en las unidades de ósmosis inversa, es indispensable que antes se elimine del agua todo el material suspendido que contiene. Esto se logrará mediante los procesos de filtración de las siguientes 2 etapas del proceso.

La estrategia de esta etapa es propiciar la coagulación de la materia suspendida y alimentar la corriente a las unidades de separación por flotación (DAF). En estas unidades, una pequeña proporción del flujo de agua es sometida a alta presión, a la inyección de aire, logrando así que el aire inyectado se disuelva en el líquido bajo presión. Este líquido con alta concentración de aire, es retornado a la corriente principal de agua que se alimenta al DAF, la cual se encuentra a presión atmosférica, al ocurrir esto el aire disuelto de inmediato se libera formando micro burbujas, las cuales se adhieren a los flóculos, causando que estos de inmediato floten.

Estas se adhieren a los flóculos en cantidad suficiente para que su fuerza ascensional supere el reducido peso de los flóculos, elevándolos a la superficie, de donde son retirados continua o periódicamente, por distintos medios mecánicos. El diseño físico de estas unidades facilita que con un tiempo de retención muy bajo, se separen de manera continua los sólidos coagulados, que corresponden al material suspendido en el agua de mar. La flotación es un fenómeno mucho más rápido que la decantación, precisando de un espacio reducido y un tiempo de retención breve.

Los sólidos decantados están sumergidos permanentemente en un medio líquido, por lo que su concentración tiene un límite muy bajo. Los sólidos flotados, por el contrario, están sobre un medio líquido, pero en contacto con el aire, pudiendo alcanzar concentraciones varias veces superiores a los decantados. Los flóculos requeridos para la decantación deben ser grandes y bien formados para acelerar el proceso, y por ello es indispensable dosificar cantidades elevadas de coagulante y floculante. La flotación, en cambio, necesita solamente flóculos incipientes de reducido tamaño, suficiente para la adhesión de micro-burbujas, consecuentemente la cantidad necesaria de productos químicos es menor, así como el tiempo de formación del flóculo.

Pueden por tanto evitarse los tanques de floculación, el proceso se realiza normalmente en línea.

El agua bruta tomada del mar tiene un índice de colmatación (SDI) elevado y muy variable y por tanto se precisa para lograr la coagulación del material suspendido, desestabilizar a las partículas coloidales mediante la dosificación de una pequeña cantidad de cloruro férrico, el cual neutraliza las cargas electrostáticas de los coloides, propiciando así que las partículas tiendan a unirse entre sí. Dada la capacidad de la planta se consideró la instalación de un equipo dosificador de coagulante inorgánico asumiendo una dosis de diseño de 5 mg/l de $FeCl_3$.

El equipo de dosificación consta de un depósito de 30,000 litros, dos bombas dosificadoras (una de ellas es de reserva) y una bomba de carga desde el camión cisterna. El pH del agua bruta captada es de 6.8 – 6.9 por lo que normalmente no es necesario la dosificación de ácido sulfúrico. Por motivos de seguridad y ante una posible variación del pH se contará con un equipo dosificador formado por: un depósito de almacenamiento de H_2SO_4 al 98% de 30,000 litros; una bomba centrífuga para el trasiego del ácido desde el camión cisterna que lo entregue, hasta dicho depósito; y dos bombas dosificadoras (una de reserva).

Por último se dosificará el polímero catiónico, cuya función es aglomerar a las partículas desestabilizadas en microflóculos y después en flóculos más grandes. Para las condiciones de operación se ha adoptado como floculante un producto a base de un polímero orgánico, siendo la dosificación de 0.35 mg/l suficiente. El equipo de dosificación constará de dos cubas, una en dosificación y otra en preparación de la solución al 10% y dos bombas dosificadoras (una de reserva).

Con objeto de ahorrar energía por un lado y por otro para evitar al máximo la posible destrucción de flóculos en el turbulento proceso de creación de micro burbujas, normalmente no se presuriza el caudal total de tratamiento, sino un caudal parcial de agua clarificada recirculada suficiente para crear las micro burbujas necesarias para el proceso. El agua de mar, una vez clorada, coagulada y floculada es desnatada a través de dieciséis unidades DAF donde será eliminada la mayoría del contenido de materia orgánica presente.

5. Filtrado en medio de arena

El agua de mar, una vez flotada, es filtrada a través de treinta y dos filtros de gravedad contruidos en concreto reforzado. El lecho dual DMF será de arena silíceo y antracita con una altura de la capa filtrante de 1 metro.

Conforme pasa el tiempo, el filtro de arena se saturará y aumentarán las pérdidas de carga dentro de él, siendo necesario que periódicamente se realice el retro-lavado del lecho filtrante.

6. Filtrado con cartuchos

Para lograr la máxima eficiencia en la separación de material suspendido en el agua de mar en este tercero y último paso del pre-tratamiento, es necesario desestabilizar cualquier material coloidal que esté aún presente en la solución, antes de alimentar el agua a los cartuchos de ósmosis inversa. Lo anterior se logrará:

- Ajustando el pH a un valor inferior a 6.9, mediante la dosificación de ácido sulfúrico lo que normalmente no será necesario.
- Agregando un dispersante, cuya función será mejorar la solubilidad de algunas sales y prevenir su precipitación (este es uno de los factores limitantes de la conversión de las desalinizadoras). Para las condiciones de operación se ha considerado usar como dispersante como el hexametáfosfato sódico, siendo la dosificación de 1 mg/l suficiente para conseguir la conversión del 40%. El equipo de dosificación constará de dos cubas, una en dosificación y otra en preparación de la solución al 10% y dos bombas dosificadoras (de las cuales una es de reserva).
- Dosificar bisulfito sódico para consumir el cloro libre, únicamente durante los periodos de tratamiento por choque con cloro. Es indispensable que el agua filtrada contenga no más de 0.5 mg/l de cloro libre residual ya que otra forma este oxidante degradaría irreversiblemente las membranas de poliamida.

Para lograr la reducción se dosificará durante los periodos de tratamiento el bisulfito sódico a una dosis de diseño considerada de 5 mg/l. El equipo de dosificación constará de dos cubas (una en dosificación y otra en preparación de la solución al 20%) y dos bombas dosificadoras (de las cuales una es de reserva) provistas de variadores de frecuencia.

El agua pre-tratada y debidamente acondicionada pasará a través de veintidós filtros de cartuchos horizontales. Cada filtro de cartuchos contiene 12 cartuchos de polipropileno con un grado de filtración de 1-3 micras. El ensuciamiento de los cartuchos se controla mediante un manómetro de presión diferencial que originará la alarma correspondiente. Se estima que cada 2 meses deberán reemplazarse los cartuchos.

7. Ósmosis inversa

Superadas las fases de pre tratamiento, el caudal total se divide en veinte líneas de producción formados por un tren de alta presión (bomba, motor y turbina) seguido por un bastidor de ósmosis inversa. La conversión nominal especificada es del 50% (por cada 100 L de agua de mar, 50 L se convertirán en agua desalinizada y 50 L serán agua de rechazo).

El proceso de desalinización se realizará mediante la tecnología de ósmosis inversa con la utilización de membranas semipermeables de poliamida del tipo de arrollamiento en espiral, con un diámetro de 200 mm por 1016 mm de largo, con un área activa de 37.1 m².

La Planta Desalinizadora presentará veinte grupos de alta presión (un grupo por cada bastidor). Cada grupo constará de:

- Bomba de alta presión, centrífuga, horizontal y multi-etapa, doble voluta, partida horizontalmente, impulsores en oposición y simple aspiración. Caudal nominal: 1,800 m³/h; Presión de trabajo: 55 bar; Potencia consumida: 2,756 kW.
- Turbina Pelton de recuperación de energía, con servomotor lineal y ajuste de posición con inyector por control remoto. Caudal nominal: 1,080 m³/h; Presión de trabajo: 53 bar; Potencia recuperada: 1,180 kW.
- Motor eléctrico de accionamiento de alto rendimiento, con ventilador de refrigeración directamente acoplado al eje principal del tren. Potencia del motor: 1,810 kW;
- Bancada común a bomba, motor y turbina.

Las características principales de cada bastidor de módulos de Osmosis Inversa son las siguientes:

- Conversión: 50%
- Disposición: un paso y una etapa.
- Número de módulos: 76.
- Número de membranas: ocho por módulo (608 membranas por bastidor).
- Producción: 17,280 m³/día.
- Salinidad del permeado <400 mg/l.

Las características más significantes de las membranas utilizadas serán las siguientes:

- Tipo de membrana: De arrollamiento en espiral.
- Fabricante: NITTO DENKO o similar.
- Modelo: SWC5 LD o similar
- Material: Poliamida aromática de tejido cruzado.
- Productividad a condiciones estándar: 34.1 m³/día.
- Rechazo de sales: 99.7%.
- Presión máxima de operación: 69 bar.

8. Remineralización

El permeado de la ósmosis inversa será sometido a un proceso de re mineralización con objeto de que el agua producida no sea corrosiva. Se remineraliza para cumplir la norma con excepción de la dureza, la cual se dejará en valores en el entorno de los 30 mg/l CaCO₃. Se considera que este valor es suficiente ya que en el abastecimiento esta agua se mezclará con aguas de mayor dureza provenientes del Acueducto del Rio Colorado, con hasta 280 mg/l CaCO₃.

La re mineralización del agua permeada se realiza mediante la dosificación de hidróxido cálcico. El sistema de manejo, preparación y dosificación de cal consta de las siguientes partes:

- Un silo de 50 m³ equipado con sus correspondientes filtros de mangas, extractores vibrantes, etc.
- Dos transportadores sin fin.
- Dos cubas para la preparación de la suspensión de cal de 10,000 litros.
- Dos grupos motobombas (de las cuales una es de reserva) para envío de la lechada de cal a la cámara de re mineralización de 40 m³/h.

Para neutralizar el pH y transformar el hidróxido cálcico en carbonato se dosificará dióxido de carbono gaseoso. El suministro de dióxido de carbono se realizará mediante camiones cisterna que depositarán el dióxido de carbono en dos tanques criogénicos. Un par de evaporadores convertirán el dióxido de carbono líquido a su fase gaseosa. Un indicador de nivel en el depósito de almacenaje indicará el consumo diario de dióxido de carbono y facilitará la reposición de dióxido de carbono líquido en su debido momento.

9. Cloración preventiva

El agua producida debe contener cloro libre residual y para ello se dosificará hipoclorito sódico a una dosis de diseño de 0.5 mg Cl₂ /m³ de agua. El equipo de dosificación constará de un depósito de 20,000 litros y dos bombas dosificadoras (de las cuales una es de reserva). El agua producto será bombeada por cuatro grupos motobomba desde un par de depósitos reguladores de 50,000 m³ desde los cuales se conectara a la red de distribución.

La desinfección del agua potable producida a partir del proceso de salinización se realizará por medio de dosificar una solución de hipoclorito de sodio directamente en la tubería del proceso que transportará el agua potabilizada y/o en los tanques de almacenamiento. Para

estimar los volúmenes de los tanques y las cantidades de consumo de los químicos, se asumieron los siguientes datos:

- Concentración deseada 2ppm
- Volumen total de agua producida por el proceso de salinización (378,000,000 L/día)
- Concentración de la solución de hipoclorito de sodio 10-12% (aproximadamente 130 gr de cloro libre/L de agua).

La solución de hipoclorito de sodio será recibida a través de auto tanques (aproximadamente 27,000/L por entrega), se requerirá de entregas cada 4 a 5 días y será almacenada en un tanque de 151 m³ suficiente para 4 semanas de dosificación.

Procesos de Apoyo

Estos procesos han sido organizados en los siguientes 6 pasos o etapas:

A. Limpieza de membranas

El criterio para accionar los procedimientos de limpieza preventiva de las membranas de ósmosis inversa son los siguientes:

- Un 10% de caída del flujo normalizado
- Un 10% de incremento en la caída de presión neta de operación
- Un 5% de incremento en el paso de sales.
- 2 meses de operación continua.

Considerando que la acumulación de sales inorgánicas así como de materia orgánica, microbiológica y lodos, son las causas con mayor potencial de ensuciamiento, un procedimiento de limpieza típico sería el siguiente:

- *Limpieza Ácida:* Utilizar un limpiador ácido con un pH de 2.3 a 3.5. Ayuda a remover sales y metales que se han depositado. Calentar la solución a 40°C para tener una limpieza más efectiva. Una recirculación de 45 a 60 minutos es suficiente para limpiezas preventivas, si existe mucho ensuciamiento utilizar un remojo estático de 45 min., seguido por una última recirculación de 45 a 60 min.
- *Sanitación:* Utilizar un producto Biosida para sanitar. El biosida normalmente es efectivo con el limpiador de bajo pH solamente. Recircular la solución en el sistema por 60 min. y posteriormente hacer el enjuague.
- *Limpieza Alcalina:* Una vez terminada la limpieza ácida y enjuagado el sistema, continuamos con la limpieza alcalina: utilizar un limpiador de alto pH (pH 10.5 – 11.5) ayuda a remover materia coloidal, materia orgánica, lodos finos, arcilla, aceite y grasa residual. Calentar la solución a 40°C para tener una limpieza más efectiva. Una recirculación de 45 a 60 minutos es suficiente para limpiezas preventivas, si existe mucho ensuciamiento, utilizar un remojo estático de 45 min., seguido por una última recirculación de 45 a 60 min.
- *Sanitación Final:* Sólo en caso que el ensuciamiento microbiológico sea muy alto.
- Una vez que la última limpieza sea terminada, utilizar un último tratamiento con un producto biosida. Recircular la solución en el sistema por 45 min. y posteriormente hacer el enjuague.
- *Sanitación Periódica:* Una vez cada 3 a 4 semanas se deberá repetir el paso # 4, de Sanitación final, por sí solo. Esto ayudara a controlar el crecimiento bacteriano y ampliar los tiempos entre limpiezas.

- *Limpieza y sanitación de líneas de alimentación:* todas aquellas líneas, tuberías previas a la ósmosis inversa deberán sanitarse cuando menos 2 veces al año.

Los procesos de limpieza de las unidades de ósmosis inversa generan un efluente en el que se arrastra la suciedad removida y trazas de las sustancias químicas usadas en el proceso de limpieza. Este efluente será bombeado al tanque de neutralización.

B. Neutralización

El proceso de neutralización es una operación unitaria muy común en la industria y que básicamente se deriva de la necesidad de procesar efluentes de procesos, cuya característica principal es que pueden presentar pH ácidos y/o alcalinos, y que por tal motivo deben ser neutralizados antes de poder ser descargados en el cuerpo o infraestructura receptora. En algunos casos los efluentes neutralizados pueden ser reciclados para algunas aplicaciones en los mismos procesos que los generan.

La neutralización en principio implica dosificar ácidos a los efluentes alcalinos y lo contrario a los ácidos para llevarlos a un pH neutro. En la práctica, las instalaciones para neutralización de efluentes siguen una estrategia aún más pragmática, la cual consiste en recibir a todos los efluentes en un tanque en el cual se espera que al encontrarse los efluentes alcalinos y ácidos, ellos mismos se neutralicen y sea a la salida del tanque de neutralización donde se habiliten los dispositivos para la neutralización que resulte necesaria del efluente.

Al proceso de neutralización llegará principalmente el efluente de las operaciones de limpieza de las unidades de ósmosis inversa, pero también recibirá el efluente que generado en los drenes del almacenaje de químicos, las áreas de contención secundaria de los tanques de almacenamiento y de los andenes de descarga de químicos y el drenaje del laboratorio de análisis químico.

El efluente del proceso de neutralización cumplirá con las condiciones de descarga aplicables para conducirlo al sistema de drenaje municipal a través de un punto de descarga de proceso en donde se habilitarán las condiciones necesarias para facilitar el muestreo de este efluente, y poder demostrar así el cumplimiento con el permiso de descarga que deberá ser tramitado.

C. Retrolavado de los filtros de arena

El medio filtrante en este caso, la arena, coleccionará una considerable cantidad de material que habrá escapado al proceso de flotación con aire. De esta manera, la suciedad acumulada en el medio filtrante deberá ser removida mediante un proceso de retrolavado.

En este caso el retrolavado se realizará mediante la técnica combinada de aire/agua utilizando agua de mar filtrada proveniente del proceso de filtrado con cartuchos. No se agregará ningún químico y será por la acción del aire inyectado en el agua que a su vez será inyectada por la parte inferior del contenedor del filtro, ocasionando que el fluido de retrolavado circule en sentido opuesto a través del medio filtrante (los filtros de arena operan por acción de la gravedad, por lo tanto el proceso de filtración implica la entrada del fluido en la parte superior y la salida del filtrado en la parte inferior del contenedor), lo que dará lugar a una agitación de la cama de arena, causando el levantamiento de la suciedad capturada, la que será arrastrada por la corriente del retrolavado para extraerla del contenedor.

El sistema de lavado de filtros estará formado por tres grupos de motobombas partidas radialmente, con caudal nominal de 2,000 m³/h, presión manométrica de impulsión de 0.93 bar, potencia de 82 kW, y dos grupos de sopladores con caudal de 6.000 m³/h, presión

manométrica de 0.3 bar, potencia de 82 kW. El proceso de retrolavado generará como efluente al agua empleada, la cual arrastrará a la suciedad concentrada en el medio filtrante. Este efluente será enviado al tanque de equalización para su posterior descarga. Se subraya nuevamente que este efluente sólo estará constituido por agua clarificada y material proveniente del medio marino.

D. Acondicionamiento de los sólidos marinos

Los sólidos marinos son el material residual producido en el proceso de separación por flotación y filtración de la materia suspendida que constituye de manera natural al agua de mar. La ingeniería de proceso indica que el lodo espumoso que saldrá de las unidades DAF alcanzará un volumen equivalente al 2% del flujo de entrada o 633 m³/hr de espuma, cantidad que debe ser acondicionada ya que la mezcla de proteínas y aire arrastrado y disuelto, reduciría significativamente la eficiencia de bombeo, la capacidad de almacenamiento y propiciaría crecimiento de bacterias, depósitos de suciedad por espuma, tiempo de inactividad para limpiar instalaciones, etc. Por todos estos motivos es necesario acondicionar a este material inmediatamente después de salir de las unidades DAF con la dosificación de un agente antiespumante.

Se subraya que la inmensa mayoría del flujo referido de 633 m³/hr, es aire atrapado en las burbujas de la espuma, mismo que será liberado por el proceso de acondicionamiento, reduciendo considerablemente de esta manera al volumen de esta corriente. Una vez acondicionado será un caldo constituido por agua de mar, proteína, biosólidos y sólidos sedimentables. Con base en las pruebas realizadas con una planta piloto, se concluyó que el agua de alimentación tendrá una carga máxima de sólidos suspendidos totales de 50 mg/l, lo que se traduce en una masa de proceso máxima de 1,735 kg/hr. Un constituyente importante de la masa de sólidos marinos será el plancton que es el conjunto de organismos, principalmente microscópicos, que flotan hasta los 200 metros de profundidad, aproximadamente.

Dado que el agua de alimentación al proceso será tomada de una zona costera, otra parte significativa de los sólidos marinos tendrá origen en material sedimentario (arena), también conocido como transporte litoral.

Tradicionalmente se subdivide al plancton en fitoplancton y zooplancton. El zooplancton está constituido por todos los consumidores que constituyen en su gran mayoría a productores secundarios y terciarios. Este grupo está constituido por organismos generalmente microscópicos adultos y sus fases larvarias (haloplancton) y por las fases larvarias de otros organismos que en forma adulta habitan los fondos acuáticos o la columna de agua pero contrarrestando el movimiento de las corrientes. Algunos de los grupos de organismos más abundantes y característicos del zooplancton son los copépodos, cladóceros, rotíferos, cnidarios, quetognatos, eufáusidos y las larvas de los peces que por su relevancia socioeconómica de los organismos juveniles y adultos generalmente estudian y describen con el término "ictioplancton".

El fitoplancton es el plancton vegetal, se desarrolla en las aguas costeras del mar con luz solar y sales minerales abundantes (aguas de hasta 30 m de profundidad), dado que elaboran su alimento por fotosíntesis. Constituyen el alimento del zooplacton y producen el 50% del oxígeno molecular necesario para la vida terrestre. Los organismos que más abundan en el fitoplancton son las cianobacterias y las diatomeas. Es la base de la cadena trófica marina.

Como parte de los sólidos separados por el proceso de flotación en el DAF, encontraremos también tejido de macroalgas y muy probablemente de necton, descompuesto parcialmente todo este material por el proceso de enfriamiento en la central

termoeléctrica, el cual somete al agua y a sus componentes a fuertes remolinos y altas presiones durante el proceso de bombeo y posteriormente les pone en contacto con superficies calientes en los condensadores del proceso termoeléctrico, y las hace sujetos al choque con biosidas para evitar la incrustación biológica en las instalaciones. Para después exponerles nuevamente a una segunda etapa de bombeo y por último a su separación por flotación.

Tras todas estas operaciones este material habrá perdido gran parte de su integridad celular, por lo que se anticipa una mínima o nula vitalidad en los organismos que aún la conserven. El material por lo tanto puede ser visto como un caldo de proteína, grasa y carbohidratos, que tal vez podría ser aprovechado para el mejoramiento de suelos, excepto que el alto contenido de sal lo impide. Después de analizar alternativas, se determinó que la mejor opción de destino para este material es retornarlo al mar donde puede ser incorporado rápida y naturalmente al medio. Los sólidos marinos acondicionados por esta etapa del proceso son enviados al tanque de eculización.

E. Tanque de Eculización.

En el tanque de eculización se encontrarán en el efluente del proceso de retrolavado de los filtros de arena, constituido por agua clarificada y los sólidos capturados por el medio filtrante, y el flujo de arrastre de los sólidos marinos separados por el proceso de flotación, una vez que fue estabilizado.

Considerando que la corriente estabilizada de arrastre de los sólidos del proceso de flotación son un líquido espeso (lodo), y que el retro-lavado es un proceso intermitente que genera un efluente líquido, el tanque de eculización será dimensionado para proporcionar un tiempo de retención que produzca una mezcla con la viscosidad idónea para su manejo en la siguiente etapa que es su dosificación a la corriente de salmuera que es retornada al mar.

Considerando una producción máxima de sólidos marinos de 1,735 kg/hr, la concentración máxima de sólidos suspendidos que serán arrastrados por la corriente de salmuera será de 109.5 mg/L.

F. Descarga del agua de rechazo (salmuera) al mar.

El proyecto pretende aprovechar el efluente del proceso de generación de energía eléctrica de la CFE pero además también parte de la infraestructura existente, tanto para allegarse el agua de mar que se alimentará al proceso de desalinización, como para descargar la salmuera en la zona de costa frente al sitio, en el mismo punto en que la CFE actualmente descarga el efluente (agua calentada) de su sistema de enfriamiento.

El caudal de descarga de la CFE durante periodos de mayor demanda de energía eléctrica puede llegar a 18.7 m³/s, esto es cuando están en operación las unidades 5, 6, 8, 9, 10 y 11. Sin embargo, la mayor parte del tiempo operan las unidades 8, 9, 10 y 11 que son las de tecnología más eficiente. Cuando sólo estas unidades están en operación, el caudal de descarga es de 9.7 m³/s. Se recuerda que el proyecto de la planta desalinizadora pretende tomar 8.8 m³/s de esta descarga como agua de alimentación para el proceso de producción de agua potable.

Se determinó que la descarga de agua de rechazo de la planta desalinizadora se realizará a través de un vertedero a construirse dentro del predio de la CFE en el punto señalado en la Figura 4, desde donde el agua de rechazo de la planta desalinizadora llegará al canal de descarga en donde se mezclará con el caudal remanente de la descarga de CFE.



Considerando los esquemas de operación de la CT Presidente Juárez referidos antes, la descarga de agua de rechazo encontrará al llegar al canal de descarga un caudal remanente de entre 0.9 m³/seg y 9.9 m³/seg según el número de generadores que esté operando la CFE. Esta corriente residual caliente pero con salinidad normal, diluirá la salmuera antes de que la descarga toque la zona de rompiente que es el cuerpo receptor planteado.

Para elegir el procedimiento de descarga, se realizó un detallado análisis considerando varias opciones, sus impactos y medidas de mitigación que están detallados en la Manifestación de Impacto Ambiental que se ha presentado a la SEMARNAT y está en proceso de autorización.

En los anexos técnicos se incluye el estudio de las mareas y oleaje en la zona de influencia de la planta, con el cual se desarrolla el modelo que demuestra que se diluyen todas las concentraciones de sales en la salida del canal de desagüe de CFE; a su vez se presenta como un anexo del Manifiesto de Impacto Ambiental; su autor es Scott A. Jenkins, Ph.D. y Daniel Cartamil, Ph.D (traductor).

Dr Scott A. Jenkins Consulting
14765 Kalapana St Poway, CA 92064

5.- Características específicas de las obras a desarrollar.

Capacidad: 4.38 m³/seg ó 387,500 m³ por día
 Tecnología: Ósmosis Inversa
 Acueducto: Se construirá un acueducto de 30 Km, hasta El Florido más 12 Km adicionales hasta la frontera con E.U.
 Operación: La planta operará al 95% de su capacidad 24 horas al día 365 días al año.
 Energía: La Planta ocupará 80 MW de energía eléctrica.

La empresa CAROLLO de 10540 T A LBERT A VENUE • SUIT E 200 EAST • FOUNTAIN VA LLEY, CA LIFORNIA 9270 8 • (714) 5 9 3 - 5100 • F A X (714) 5 9 3 - 5101 ha diseñado los sistemas de expulsión de aire y las válvulas necesarias para ello,

en el documento denominado **NSC AQUA, S.A. DE C.V. ROSARITO TO TIJUANA AQUEDUCT AIR VALVES, BLOWOFFS AND ACCESS DESIGN INFORMATION MEMORANDUM NO. 2**. Este documento forma parte del anexo técnico.

Así mismo, esta misma empresa CAROLLO presento un documento denominado memorándum 3 cuyo título es el siguiente: **NORTE SUR CONSOLIDATED AGUA, S. DE R.L. DE C.V.**

**ROSARITO SEAWATER
DESALINATION PLANT PROJECT
PRELIMINARY DESIGN MEMORANDUM NO. 3
EMERGENCY SEAWATER SUPPLY
DRAFT**

October 2010.

Referente a la toma de emergencia de agua de mar, en caso de no contar con el agua de CFE por algún paro en la Planta termoeléctrica Presidente Juárez, de tal suerte que no quedaría sin operación la planta desalinizadora. A su vez, este documento es parte integrante del anexo técnico.

Por otra parte, la empresa Ingeniería Dennis ha desarrollado los proyectos conceptuales de los trazos del Acueducto Rosarito El Florido y el último cambio Rosarito Tanque No. 3, así como el inventario de afectaciones de predios por donde pasa el acueducto, la tramitación de la servidumbre de paso para los mismos y la concertación con los propietarios. Esta información se incluye en el anexo técnico.

6.- Alineación con el Plan Estatal de Desarrollo 2014-2019 del Estado de Baja California

Eje 3 “Desarrollo Económico Sustentable”

Objetivo 3.8 “Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable”

- Mantener el equilibrio del medio ambiente con nuevas formas y mejores prácticas en la generación y consumo de bienes y servicios, así como la relación del medio ambiente a favor de la salud y bienestar de los bajacalifornianos

Estrategia 3.8.5 “Economía e Infraestructura Ambiental”

- Promover el uso de tecnologías alternativas y la infraestructura ambiental de última generación para el desarrollo de nuevos modelos de negocios de acuerdo a las vocaciones regionales, así como utilizarlas para mejorar la calidad de vida en los poblados del Estado.

Situación a lograr al 2019

- Baja California se utilizan las tecnologías alternativas y la infraestructura ambiental de última generación, de acuerdo con la vocación de las localidades, generando nuevos modelos de negocios y revitalizando las actividades cotidianas, así como mejorando la calidad de vida de los habitantes.

Eje 5 “Infraestructura para la Competitividad y el Desarrollo”

Objetivo 5.3 “Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento”

- Asegurar las fuentes de abastecimiento de agua y definir alternativas de nuevas fuentes, como el caso de desalación de agua de mar.

Estrategia 5.5.1 “Agua Potable”

- Asegurar las fuentes de abastecimiento de agua y definir alternativas de nuevas fuentes, como el caso de desalación de agua de mar
- Incrementar y mantener la cobertura del servicio de agua potable.

Situación a lograr al 2019

- Abastecimiento de agua potable asegurado y nuevas fuentes operando y garantizando el abastecimiento a largo plazo.
- Mayor cobertura de agua potable en los distintos municipios en el Estado.