

ANEXO H: IIRIGACION

**ANEXO H-1 : EL ESTUDIO DE METODO DE IRRIGACION
PARA EL AREA DE TELICA**

ANEXO H IIRIDACION

1.1 Area de Estudio de Telica

El Area de Estudio está localizado a aproximadamente 12 km al oeste de la Ciudad de León, tal como se muestra en la Fig. H.1.1.1. Como camino de acceso al Area de Estudio, existe un camino local que conduce desde la Ciudad de León hasta el poblado de Polvón, terminando en la parte sur del Area de Estudio. La condición de este camino es no pavimentado, variando su ancho de 8 a 25m y con condiciones suficientemente buenas para el transporte, a pesar de las condiciones del clima. Los caminos parcelarios dentro del Area de Estudio fueron construidos como ramificaciones de los caminos locales y con acceso a los poblados principales en el Area de Estudio. El ancho y la longitud de estos caminos son de alrededor de 6-10m de ancho y 38 km de longitud, como se refiere en el Anexo C. Los caminos parcelarios no están pavimentados al igual que los caminos locales, pero su transporte se dificulta en puntos específicos debido a su inapropiada operación y mantenimiento. Existen cuatro cursos de agua en el Area de Estudio y se imposibilita su paso por falta de obras transversales.

En lo que respecta a la topología, el Area de Estudio posee el río Telica, cuyo cauce circula por la parte norte de esta área y se divide en cuatro partes por tres ríos. El área tiene abundante agua subterránea, característico de toda Nicaragua.

En el aspecto agrícola, existen 247 agricultores en el Area de Estudio. Alrededor del 90% de esos productores poseen predios de tamaño de 3 a 10 Mz, compartida entre pequeños y medianos productores. Concerniente al manejo de las tierras, realizan su riego con agua de lluvia. Un 14% de estas tierras realiza su riego con agua subterránea en siete sitios, sin embargo, estas facilidades no son funcionales al no disponer del costo de operación para su manejo.

1.2 Antecedentes del Estudio

El área de Telica fue seleccionada como proyecto modelo en el Plan Maestro, que es uno de los 24 proyectos por sectores expuestos. La condición actual de la agricultura en la República de Nicaragua posee las siguientes seis restricciones:

- 1) Bajo nivel de tecnología agrícola
- 2) Falta de infraestructura productiva
- 3) Inadecuada práctica de manejo para la comercialización
- 4) Dificultad de acceso al crédito agrícola
- 5) Mala funcionalidad de la organización campesina
- 6) Falta de auto-motivación de los productores

El propósito de los proyectos modelos es de proponer contramedidas para las limitaciones existentes acorde con las características del área, y extender el concepto de desarrollo a otras áreas, como son los conceptos del establecimiento sostenible y el aumento de la producción agrícola.

Como se menciona en el numeral 1.1-El Area de Estudio, El Area de Estudio posee tres organizaciones campesinas, Nicolás López Roque, Troilo y Abangasca Norte, con abundante recursos de agua. Se estima un área irrigable es de aproximadamente 7,713 Mz, con características favorables.

Los proyectos modelos clarifican tanto el desarrollo en el aspecto natural como social, lo cual se pretende realizar a través del Proyecto del Area de Telica.

1.3 Potencial Agrícola en el Area de Estudio

(1) Recursos Hídricos en el Area de Estudio

Existen dos tipos de recursos hídricos en el Area de Estudio, agua superficial y agua subterránea. Como recurso de agua superficial, el potencial para propósitos de riego es estimado en 0.6 m³/s de la descarga del río Telica durante todo el año, tomando en consideración el caudal de mantenimiento del cauce del río. El agua superficial utilizado es tabulado de la siguiente manera:

Caudal disponible del río Telica aguas abajo de Quezalguaque (m³/s)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Caudal disponible	0.71	0.66	0.70	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.85	0.82

Por otra parte, el recurso de agua subterránea puede ser evaluado como agua de bombeo por pozo. En base a pruebas realizadas, el agua de bombeo por pozo es estimado en 120 l/s aproximadamente. Las facilidades de pozos pueden ser provistas en un conjunto de 13 en el Area de Estudio considerando un radio de influencia de 500m de círculo de pozo como se muestra en la Fig. H.1.3.1. El recurso de agua subterránea en el Area de Estudio es estimada en 1.56 m³/s.

El recurso hídrico en el Area de Estudio es estimada en 2.1 m³/s, considerando tanto el agua superficial como el agua subterránea.

Los detalles se muestran en el Anexo B y C.

(2) Potencial de la Tierra en el Area de Estudio

1) Clasificación de la Tierra

El potencial de la tierra para fines agrícolas se determina en base a la clasificación de la tierra. Generalmente, es dividido en ocho categorías, de acuerdo con la utilización de la tierra para la agricultura, como se presenta en la tabla siguiente. Hasta la clase IV puede ser utilizada para fines agrícolas, incluyendo las severas limitantes por clases. El mapa de la clasificación de la tierra fue suministrado por MAG, de escala 1:250,000 del 1971. La clase a la que pertenece el Area de Estudio se sumaria en la Tabla H.1.3.1 y Fig. H.1.3.2.

Clasificación por Capacidad de Uso de la Tierra

Clase	Riesgos o Limitaciones
I	Los suelos de clase I tienen muy pocas limitaciones que restringen su uso
II	Estos suelos tienen algunas limitaciones que reducen la elección de plantas o requiere moderadas prácticas de conservación
III	Estos suelos tienen severas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren prácticas especiales de conservación, a ambas a la vez
IV	Estos suelos tienen limitaciones muy severas que restringen la elección de plantas y requieren un laboreo muy cuidadoso
V	Estos suelos tienen restricciones debido a excesiva cantidad de agua que restringe el crecimiento de los cultivos generales, pero el suelo puede ser usado para pastos, sitios, lotes de árboles y cubierta
VI	Estos suelos tienen limitaciones severas que los hacen generalmente inadecuados para cultivos y limitan su uso principalmente para pastos o sitios, lotes de árboles o vida silvestre y cubierta
VII	Estos suelos tienen limitaciones muy severas que los hace inadecuados para cultivos y restringen su uso fundamentalmente al pastoreo, lotes de árboles o vida silvestre
VIII	Los suelos y la forma del terreno de esta clase tienen limitaciones que su uso para cultivos comerciales está muy restringido y que sólo deben ser usados para recreación, vida silvestre o abastecimiento de agua y también para propósitos estéticos

2) Uso de la Tierra

Sobre la base del mapa topográfico, a escala 1:5,000, que presenta el uso de la tierra en el Area de Estudio, se realizó una investigación en el Estudio. El mapa del uso de la tierra se muestra en la Fig. H.1.3.2. El área y sus porcentajes en el Area de Estudio son tabulados a continuación:

Uso de la Tierra	Area		Radio (%)
	(Ha)	(Mz)	
Tierra Alta	798.3	1,140.4	53.12
Arrozal	27.8	39.7	1.85
Tempate	334.6	478.0	22.26
Pasto	135.9	194.1	9.04
Tierra Baldía	26.0	37.1	1.73
Bosque	97.3	139.0	6.47
Residencia	43.8	62.6	2.91
Camino/Canal	39.4	56.3	2.62
Total	1,503.1	2,147.2	100.00

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Actualmente, aproximadamente el 93% del área es utilizado para fines agrícolas y el restante 7% es utilizado para uso doméstico como tierra baldía, residencia y camino/canal. En lo que respecta a la utilización para la agricultura, los campos de arroz ocupa el 1.9%, realizado con riego de agua subterránea por los productores de mediana escala. Los cultivos principales son los cereales básicos como el maíz, sorgo, frijol y parcialmente caña de azúcar, hortaliza en menor escala para autoconsumo y el excedente para la venta. Los frutales son plantados en las fincas tanto como las hortalizas. El Tempate, por un contrato entre una compañía de petróleo y los productores directamente, ocupando aproximadamente el 22% de tierra arable.

3) Potencial de la Tierra en el Area de Estudio

El potencial en el Area de Estudio fue estimado usando el método de superposición de los mapas de clasificación de la tierra y del uso de la tierra. El mapa elaborado por el método de superposición es mostrado en la Fig. H.1.3.2. La tierra en el Area de Estudio está siendo explotada al máximo para fines agrícolas de acuerdo con la clase de la clasificación de la tierra. Sin embargo, como la mayoría de la tierra agrícola depende de un riego inestable por el factor lluvia, el recurso de la tierra arable no puede ser utilizado completamente en el presente.

La distribución de tierra arable es apropiada de acuerdo con la clasificación de la tierra. Considerando la labranza por animal y aspectos ambientales en el Area de Estudio, un potencial del uso de la tierra para riego es de 1,160 ha (1,658.1 Mz), como se muestra en la Tabla.

Uso de la Tierra	Condición Actual (ha)	Area Arable (ha)	
		Agua de lluvia	Riego
Tierra Alta	798.3	-	798.3
Arrozal	27.8	-	27.8
Tempate	334.6	-	334.6
Pasto	135.9	135.9	-
Tierra Baldía	26.0	26.0	-
Bosque	97.3	-	-
Residencia	43.8	-	-
Camino/Canal	39.4	-	-
Total	1,503.1	161.9	1,160.7

(3) Otros Potenciales en el Area de Estudio

El área de Telica está situado en las cercanías de la ciudad de León, la segunda ciudad más grande de Nicaragua, por lo que es factible despachar productos agrícolas a la gran ciudad, ya que su demanda es grande. Además, existe la posibilidad de introducir cultivos que generen ingresos por la demanda de la ciudad.

Además, debido a la ejecución de un proyecto de inmigración 20 años atrás, la infraestructura de caminos locales y rurales se ha mantenido en buenas condiciones, incluyendo también la agroforesta. El costo de mano de obra por actividades agrícolas es menor que en otras áreas, además de que el costo de transporte de productos agrícolas y equipos es menor por la infraestructura existente.

1.4 Concepto Básico para las Facilidades de Riego

El Area de Estudio tiene abundante recursos de agua, tanto superficiales como subterráneas, tal como se mencionó en la sección 3. Como ventajas y desventajas por recursos se podría mencionar que el recurso de agua superficial tiene la ventaja de ser más económico en el costo de operación y mantenimiento (O/M) y costo de construcción por área (ha). Sin embargo, este esquema tiene la desventaja de una operación insuficiente en comparación con el esquema de agua subterránea. Por lo tanto, se requiere de una operación y mantenimiento coordinado de las tres organizaciones campesinas existentes, constituidas por 250 cabezas de familias de agricultores. Por otra parte, el esquema de agua subterránea tiene la ventaja de eficiencia en las actividades de O/M debido a la escala específica de beneficiarios con relación al potencial del pozo. Sin embargo, las facilidades requieren de un costo de operación mayor por consumo de combustible para bombeo con relación al número reducido de beneficiarios, además de sumarse el costo de construcción por unidad de área (ha) y beneficiarios bajo el esquema de agua superficial es alto.

Ambos esquemas presentan sus ventajas y desventajas, ambos esquemas pueden clasificarse en cinco categorías: dimensión del área irrigable, aspecto ingenieril, social, ambiental y económico. Los resultados de comparativos se muestran en la Tabla H.1.4.1. De acuerdo a los resultados, la sostenibilidad del proyecto depende del costo de O/M, el esquema de agua subterránea es apropiado en el área desde el punto de vista de maximizar el potencial a utilizar.

Además, en lo referente al Tempate, en la actualidad, por problemas de administración suscitado entre los productores y la compañía privada de petróleo, el caso se encuentra en los tribunales. Como no puede preverse cuál será el manejo futuro del Tempate, el plan de implementación de las facilidades considerará ambos aspectos, con y sin Tempate. También, el plan considerará con y sin arrozales, debido a la existencia de riego por bombeo construido por los medianos productores.

El área de riego se presenta a continuación, con y sin Tempate y arrozal:

Uso de la Tierra	Condiciones Actuales (ha)	Caso 1 (con Tempate y arrozal)	Caso 2 (Sin Tempate y arrozal)
Tierra Alta	798.3	798.3	798.3
Arrozal	27.8	27.8	-
Tempate	334.6	334.6	-
Total	1,160.7	1,160.7	798.3

Para la instalación de las facilidades de riego es necesario verificar el sistema de riego por los recursos existentes, antes de considerar los casos anteriores casos, con y sin Tempate y arrozales.

1.4.1 Consideraciones Básicas por Métodos de Riego

El método de riego incluye desde la concepción de la distribución del agua hasta los trabajos de labranza en las fincas. Los métodos de riego son descritos a continuación por categoría.

(1) Método de Distribución de Agua de Riego

El sistema de distribución consiste en el suministro de canales y obras de regulación y control, generalmente. Una función de flexibilidad se requiere en el sistema de distribución conforme con el aporte del canal y la demanda de agua de la finca. Usualmente, esta función la realizan obras reguladoras como son los estanques. Básicamente, las condiciones de distribución de agua puede ser establecido en 24 horas de distribución en el esquema de agua superficial por las características de recurso de agua y potencial de agua (60 l/s). Por otra parte, la distribución de agua en 18 horas en el esquema de agua subterránea es considerando que los trabajos de labranza están directamente relacionados con las facilidades del pozo y la finca. (las horas de labranza en finca se describen en la próxima sección).

Considerando las horas de labranza en ambos esquemas, es necesario proveer obras de regulación para ajustar el tiempo de riego, aunque su dificultad reside en la inversión que amerita estas facilidades. En el esquema de agua subterránea, la pérdida de tiempo es dispuesta por control en la operación de bombeo de 18 horas. En el esquema de agua superficial, la pérdida de tiempo es dispuesta por una inspección de control de agua de 18 horas, considerando los aspectos de intervalo de riego cada 5 días y los períodos pico de riego.

El esquema de agua superficial es establecido por el sistema de canal abierto considerando su costo de construcción; el esquema de agua subterránea es por un sistema de conducción cerrado por tuberías, el cual incrementa la intensidad de riego.

(2) Métodos de Riego por Fincas

El suelo en esta Area es generalmente margosa y comparativamente plana. Por lo tanto, esta Area se puede adoptar los métodos de riego por surcos y por aspersión. El Area dispone del recurso de agua superficial que puede ser conducido a cada finca por canales abiertos. La altura de la fuente de agua es de alrededor de 50m sobre el nivel del mar y la altura del área beneficiaria se encuentra entre 40-50m sobre el nivel del mar, pero aun para los terrenos más bajos del área beneficiaria, la altura de la toma de agua es insuficiente. En caso de utilizar tuberías de distribución para conducir el agua, la altura inicial necesaria de los aspersores sin bomba no es factible dado las características de los suelos mencionados. Por lo tanto, en esta Area, el método de riego apropiado es el riego por surcos, tanto por el factor suelo como por el factor económico.

Las especies de cultivos que serán plantadas en esta Area son arroz, soya, repollo, etc., además de otros cultivos que acepten cualquier método de riego. Las facilidades de riego por aspersión necesitan un costo de construcción alto, por las siguientes razones:

- 1) La bomba necesita de una presión (alrededor de 3.5 kg/cm²) para operar los instrumentos de aspersión,
- 2) Tuberías desde la bomba hasta la finca, y
- 3) Estanques para ajustar la pérdida de tiempo entre el tiempo de toma y el tiempo de riego.

También, como se necesita impulsar el agua de riego, el costo de operación es alto. Este es antieconómico para cultivos que no adoptan el riego por aspersión y es necesario la unificación de los cultivos.

En esta área, el riego por surcos será adoptado por las condiciones antes mencionadas.

1) Criterio del Riego por Surcos

i) Descarga Razonable por Surco

La descarga razonable por surco es el máximo caudal en el rango de no generar erosión en el suelo. Cuando se realiza el riego hasta el final de la finca con altura máxima, ocurre un desbordamiento. Para prevenir esto, un pequeño volumen inicial debe ser aplicado y variaciones y control en esta afluencia debe de realizarse frecuentemente. Sin embargo, existe problemas en el manejo de riego y, actualmente, el productor no puede realizarlo gual o cada vez mejor.

La descarga por surco es especificada de acuerdo con el siguiente estándar.

Descarga Máxima por Surco en caso de Gradiente de 1%

Suelo	Descarga por Surco (l/s)	Descarga por Surco (l/min)
Suelo de ceniza volcánica	0.8	48.0
Suelo arenoso	0.9	54.0
Suelo limoso	0.8	48.0
Suelo arcillo limoso	0.6	36.0

Fuente: Criterio de Diseño, MAFF

La mayoría de los suelos en esta área son margosos, por lo que el coeficiente de máxima descarga por surco es 0.8 l/s. Cuando el gradiente para surcos es menor de 1%, la tasa de flujo es corregida con el siguiente coeficiente:

Gradiente por surcos (%)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Coeficiente corregido	1.2	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8

ii) Longitud del Surco

La longitud permisible máxima de un surco es la longitud por la cual el agua puede llegar a su destino sin causar erosión. Cuanto mayor es la descarga por acequias en finca y menor la infiltración del suelo, más largo puede ser el surco. Segun datos de otros proyectos, segun se muestra en la tabla de abajo, la longitud del surco de 100m es adoptado para esta Area porque el suelo es margoso y el requerimiento de agua de una labor de riego es de aproximadamente 40/50 mm/vez.

Longitud Máxima Permisible por Surco

Suelo	Requerimiento de agua (mm)	Long. Máxima permisible por surco (m)
Suelo arenoso	16	4
Suelo ceniza volcánica	44	29
Suelo areno-limoso	34	36
Suelo limoso	38	99
Suelo arcillo-limoso	44	121

Fuente: Criterio de Diseño, MAFF

iii) Ancho del Surco

Cuando se realiza el riego por surco, el ancho del surco debe estar en la zona de la raíz del cultivo para mantener el área húmeda, la cual humedece ambos lados de los suelos. El ancho del surco es regulado por el tipo de suelo, que generalmente se clasifica en el orden de suelo de cenizas volcánicas, suelo limoso, suelo arenoso; es preferible tomar ancho de surco holgado. En esta área se estima un ancho del surco de 70-80 cm considerando la condición del suelo.

iv) Bloque de Rotación de Riego

El trabajo de riego se hace con el sistema de continuidad de los bloques en rotación. El área de un bloque de rotación es el siguiente:

En caso de un requerimiento de agua de 7.35 mm/día (en período pico) y con un intervalo de cinco días de riego, el agua de riego necesario para cada trabajo de riego es de 565.4 m³/ha. Por otra parte, una descarga por surco en finca es adoptado en 48 l/min, la tasa de flujo que entra en 1.0 ha de finca es 0.08 m³/s en el caso de un surco de 1 m de ancho. Por lo tanto, es necesario alrededor de 2 horas para irrigar el volumen de agua propuesto. En una labor de riego el agua corre por el surco, siendo difícil que ésta llegue a la tierra de labrantío en una sola vez. El tiempo para que el agua llegue a cada surco se estima en 1.0 hora. Por lo tanto, el tiempo necesario para regar la tierra de labrantío de 1.0 ha, es calculado en 3 horas.

El tiempo total de riego de 24 horas por día es conveniente porque el agua de riego es suplida a la finca mediante la obra de toma de 24 horas. No obstante, como el trabajo de riego con surcos se dificulta en la noche, el tiempo de riego de 18 horas como máximo es adoptado como tiempo de riego por día. Por consiguiente, el área de un bloque de rotación es de 6 ha.

v) Trabajo de Nivelación de Campo

Para regar por surcos, el gradiente del terreno debe ser uniforme. El equipo de construcción debe nivelar el suelo que no sea plano, aunque en su mayoría son planos, algunas fincas necesitan trabajos de nivelación.

vi) Método de Cultivo

En la actualidad, inmediatamente se realice el arado con caballón, luego prosigue la siembra. Pero como el proyecto introduce el riego por surcos, el método de cultivo debe de iniciarse con el arado.

1.4.2 Requerimiento de Agua

(1) Evapotranspiración (ETo)

La evapotranspiración es calculada mediante la fórmula de Penman usando los datos climatológicos de la estación más cercana (León). La evapotranspiración de cultivo estimada (Eto) se muestra en la Tabla H.1.4.2.

Evapotranspiración (Eto)												Unidad: mm/día	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
ETo	5.65	7.08	7.35	6.76	5.47	4.85	5.33	5.15	4.46	4.35	4.36	4.82	

(2) Requerimiento Unitario de Agua

Basado en el método de riego, el requerimiento unitario de agua por esquemas es estimado bajo las siguientes condiciones:

Item	Esquema de agua superficial	Esquema de agua subterránea
Eto	Valor estimado por la fórmula descrita abajo	Igual que el esquema superficial
Precipitación	Precipitación con probabilidad de 5 años, obtenido de los datos de precipitación de la estación climatológica de León	Igual que el esquema superficial
Cultivo propuesto	El patrón de cultivo propuesto es presentado en el Informe Principal	Igual que el esquema superficial
Patrón de cultivo	Igual	Igual que el esquema superficial
Eficiencia de riego	Eficiencia de conducción (Ec): 85% (canal abierto) Eficiencia de aplicación (Ea): 65% (riego por surcos) Eficiencia de riego (Ep): 55.3%	Ec: 90% (tuberías) Ea: 65% (riego por surcos) Ep: 58.5%

De acuerdo con el cultivo propuesto y patrón de cultivo, el requerimiento unitario de agua por mes es calculado por cultivos, bajo las condiciones expuestas en las Tablas H.1.4.3 y 4.

(3) Requerimiento de Agua

Sobre el concepto básico de las facilidades de riego, el área servida por este plan es considerado con dos casos, con y sin tempate y arrozal. El área por casos se tabula a continuación:

Uso de la tierra	Caso 1 (Con tempate y arrozal)	Caso 2 (Sin tempate y arrozal)
Tierra alta	798.3	798.3
Arrozal	27.8	-
Tempate	334.6	-
Area total	1,160.7	798.3

Sobre la base del cálculo del requerimiento unitario de agua por mes, el requerimiento de agua total mensual es resumido por esquemas y casos, tal como se muestra en la tabla. Los detalles se encuentran en la Tabla H.1.4.5.

Requerimiento de Agua Mensual

Unidad: m³/s

Esquema	Caso	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Agua superficial	Caso 1	0.60	1.09	1.2	0.99	0.16	0.00	0.26	0.17	0.00	0.00	0.26	0.05
	Caso 2	0.41	0.83	0.93	0.75	0.14	0.00	0.25	0.14	0.00	0.00	0.24	0.04
Agua subterránea	Caso 1	0.71	1.34	1.51	1.26	0.20	0.00	0.34	0.21	0.00	0.00	0.31	0.06
	Caso 2	0.52	1.02	1.17	0.96	0.18	0.00	0.31	0.18	0.00	0.00	0.29	0.05

1.4.3 Criterio de Diseño

El costo de construcción variará según la selección de los materiales y tipo de obras de riego. Para establecer el costo optimizado de construcción, el diseño de las obras de riego debe de tomar en consideración las condiciones de construcción aplicadas en la República de Nicaragua. El criterio de diseño se aplicó según las normas aplicadas en Nicaragua.

- Reglamento Nacional de la Construcción de Nicaragua, Mayo de 1983.
- Cartilla de Construcción, Ministerio de Construcción y Transporte 1997.
- Cartilla de la Construcción, Alcaldía de Managua, Junio de 1991.
- Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes (NIC 80) Especificaciones Técnicas Detalles de Construcción.
- ACI (Instituto Americano del Concreto)
- ASTM (Sociedad Americana para Ensayos y Materiales)
- AASHTO (Asociación de Autoridades Estatales de Carretera y Transporte de los Estados Unidos)

(1) Cargas

Item		Observación
Carga total, tren de carga (puntual)	32.6 ton (HS20-44 de la AASHTO) Repartición de cargas: $W_0=0.312 \text{ tf/m}^2$	
Carga viva distribuida	250-300 kg/m ²	
Carga de viento distribuida	$P_0=70 \text{ kg/m}^2$	
Fórmula de presión de tierra	Fórmula de Coulomb y Rankine	

(2) Densidad de Material

Item	Unidad de peso por metro cúbico	Observación
Concreto reforzado	2.40 tf/m ³	
Concreto	2.25 tf/m ³	
Cemento	1.60 tf/m ³	
Mortero	1.50 tf/m ³	
Acero de refuerzo	7.85 tf/m ³	
Arena	1.50 tf/m ³	
Grava	1.70 tf/m ³	
Bitumen	1.30 tf/m ³	

(3) Resistencia de Materiales

La resistencia admisible de los materiales se presenta en la siguiente tabla bajo condiciones normales. Sin embargo, en casos especiales tales como inundación y terremoto, se le añadirá un valor de 50% a cada parámetro de las condiciones normales.

Material	Parámetro de Resistencia	Valor en Caso Normal
Acero (SD295A)	Tensión	1,600 kg/cm ²
Concreto (210kg/cm ²)	Compresión	210 kg/cm ²
	Esfuerzo en los apoyos	- kg/cm ²
	Tangencial	- kg/cm ²
	Esfuerzo de adherencia	- kg/cm ²
	Cortante	- kg/cm ²

Nota: Los valores de “ - “ no fueron conseguidos en la Rep. de Nicaragua

(4) Constante Elástica del Material

Acero de refuerzo: $E=2.1 \times 10^6$ kg/cm²

Concreto: $E=2.1 \times 10^5$ kg/cm²

(5) Coeficiente de Seguridad para la Estabilización de la Estructura

La instalación de las facilidades tales como obra de toma y obras derivadoras requieren satisfacer los valores de seguridad al vuelco, al deslizamiento y al asentamiento de la fundación. En general, los tipos de fundación se clasifican en dos (2) tipos, de acuerdo con las condiciones de la fundación. Los valores requeridos por cada tipo se describen a continuación:

1) Fundación de Poca Profundidad

Condiciones para	Caso Normal	Sismo
Vuelco	1/3	2/3
Deslizamiento	$\Sigma V \tan \phi_B / s H = 1.5$	$\Sigma H \tan \phi_B / s V = 1.5$
Asentamiento	3	2

2) Fundación en Pilotes

La estabilidad de la fundación en pilotes será estimada por la capacidad soporte de los pilotes y longitud de distribución de las cargas horizontales.

La longitud permisible de distribución de la presión horizontal es: 1.5 cm

3) Coeficiente de Sismo (C)

El coeficiente de sismo es calculado según sus características, que son por grupos, tipo de estructura, grado de la estructura y características regionales. La clasificación para cada caso se muestra en las Tablas H.1.4.6-10 y Fig. H.1.4.1.

Selección del Coeficiente de diseño para la obtención de la fuerza sísmica en la comarca de Telica de la ciudad de León

Item	Valor	Nota
Grupo	3	
Tipo	6	
Grado	A	
Zona	5	
Coeficiente (C)	0.316	

1.5 Plan de Desarrollo de Riego bajo el Esquema de Agua Superficial

El esquema de agua superficial comparándola con el esquema de agua subterránea tiene la ventaja desde el punto de vista económico (ver numeral 1.4, Concepto Básico de las Facilidades de Riego). Por consiguiente, el plan de desarrollo en Telica será formulado bajo el esquema de agua superficial.

1.5.1 Esquema de Agua superficial como Recurso Principal de Agua

1.5.1.1 Plan de Toma de Agua

(1) Toma de Agua Principal

1) Potencial de Agua

Como se mencionó anteriormente, el potencial de agua superficial es estimado en 0.60 m³/s, exceptuando el 20% por reducción del volumen total como flujo de mantenimiento del río.

2) Método de Toma y Ubicación

a) Condiciones Topográficas del Río Telica

En este Estudio se investigó las condiciones topográficas del río Telica a una distancia de 5 km aguas arriba al norte del Area de Estudio.

El río corre a lo largo de la parte norte del Area de Estudio, con sección uniforme. Ambas bermas del río tienen una pendiente de 26 grados, con una altura aproximada de berma de 25 m desde el fondo del río. Una característica del río que merece ser mencionada es su alta permeabilidad.

b) Selección del Método de Toma y Ubicación

Existen varios métodos de toma de agua, los cuales se pueden dividir en tres tipos, que son toma natural de agua utilizando el nivel de agua natural del río, toma mediante una represa que asegure un nivel de agua constante, y toma de agua por bombeo. Exceptuando la toma de agua natural, los otros dos tipos son seleccionados de acuerdo con la topografía del río y las condiciones topográficas entre la ubicación de la toma de agua y el área a irrigar.

Los factores para definir los tipos de métodos y ubicación de obra de toma son descritos a continuación:

- Bajo costo de construcción de los canales que cubren el área de riego desde la obra de toma
- Volumen de agua suficiente aun en época de sequía
- Evitar elegir la ubicación de la obra de toma en meandros del río para prevenir inundaciones por efectos de la obra
- Estabilización del cauce del río en la posición de la obra de toma, a largo plazo
- Efectos adversos mínimos aguas abajo de la construcción del dique
- Facilidad de operación y mantenimiento
- Facilidad de operación de maquinarias y equipos de construcción

Ambos sistemas, el de toma de agua mediante una represa y la de bombeo tienen características propias y condiciones topográficas diferentes, además de relación diferente entre la localización del área de riego y la toma de agua. Esta comparación se muestra en la Tabla H.1.5.1. Existen algunas restricciones para la construcción de la obra de toma con presa. En el caso del sistema por bombeo, restricciones en el aspecto de operación y mantenimiento (O/M) pueden ocurrir después de la construcción.

El sistema por bombeo es adoptado considerando el aspecto económico, el costo total requerido para una vida útil de 50 años.

(2) Toma de Agua Suplementaria

Tal como se mencionó anteriormente, el área de riego para algunos casos no puede ser irrigada sólo a través de agua superficial, como se muestra en la tabla. Los detalles de cálculo se muestran en la Tabla H.1.5.2.

Requerimiento de Agua Mensual

Unidad: l/s

Item	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Fuente de agua	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
Caso 1	717.59	1154.16	1204.15	991.25	131.76	0.00	288.62	180.07	0.00	0.00	164.50	59.52
(Balance)	-117.59	-554.16	-604.15	-391.25	468.24	600.00	311.38	419.93	600.00	600.00	435.50	540.48
Caso 2	527.65	894.08	934.03	751.20	111.77	0.00	278.61	150.08	0.00	0.00	144.51	49.51
(Balance)	72.35	-294.08	-334.03	-151.20	488.23	600.00	321.39	449.92	600.00	600.00	455.49	550.49

Tal como se deduce de la tabla anterior, existe un déficit de agua de alrededor de 1.67 y 0.78 m³/s para los casos 1 y 2, respectivamente, en los meses de enero a abril. Existen dos métodos para poder asegurar el caudal de riego requerido, uno es el suministro de estanques para el almacenamiento de agua durante los meses de septiembre a diciembre; otro es la provisión de pozos para uso de agua subterránea.

En el caso de abastecimiento de agua usando estanques, cuando el volumen de almacenamiento es estimado de 8,221 x 10³ hasta 17,603 x 10³ m³ se requiere de un estanque de dimensiones de 3,000m de ancho, 3,000m de profundidad y 2.0m de alto (900 ha). No es factible construir estanques en este plan.

Como se mencionó en la sección 3, el potencial de agua subterránea por pozo es estimada en 120 l/s aproximadamente, basado en los resultados de pruebas realizadas durante este Estudio. En el caso de provisión de pozos, es requerido 5 y 3 pozos para los casos 1 y 2, respectivamente, durante la época de déficit de agua superficial. Las dimensiones de los pozos son de 70m de profundidad y 30m de diámetro, sobre la base de los pozos existentes. En lo que concierne a la influencia del círculo del pozo, un radio de 500m será aplicado tomando en consideración la condición existente alrededor del Area de Estudio.

1.5.1.2 Plan de las Facilidades de Riego

(1) Obra de Toma

Basado en la selección de los métodos de toma de agua, el tipo de obra de toma por toma por bombeo será aplicado. La ubicación de la estación de bombeo se muestra en la Tabla H.5.1. Las condiciones del río en este punto muestra una diferencia notable entre la descarga normal de agua y la descarga máxima de agua (1/50 años), sobre la base del análisis hidrometeorológico. La condición del río se muestra en la tabla siguiente y la gráfica de la curva H-Q de la estación de bombeo es mostrada en la Fig. H.1.5.2.

Item	Caudal de inundación (1/50 años)	Caudal normal de agua	Balance entre caudal de inundación y normal	Observación
Descarga del río (m ³ /s)	609.74	1.25	608.49	Cota fondo río = E.L.44.90m
Profundidad de agua (m)	4.53	0.39	4.14	

Generalmente, los sedimentos se depositan en el río (agua superficial) a una profundidad de un 60% y su volumen se incrementa proporcionalmente al porcentaje. Por otra parte, con respecto a la toma por bombeo, la profundidad disponible de agua por la estación de bombeo es estimada en 0.3m (profundidad del 80%) considerando la sedimentación en un período normal. Es imposible la entrada de agua superficial mediante condiciones naturales a través de todo el año, constantemente. Por otro lado, el nivel de instalación de equipo de bombeo debe ser más alto que el nivel máximo de agua E.L.49.43 (4.53m desde el fondo del río) considerando el nivel de agua máximo. Además, como el nivel de agua para las obras de succión por bombeo es de E.L.45.29 (0.39m de altura), la carga actual de succión de bombeo es estimada en 5.00m aproximadamente, considerando la pérdida de carga por succión en la tubería y la forma del pozo de achique. El equipo de bombeo requiere de un alto rendimiento con un bajo valor de NPSH (carga neta de succión) y del tipo multifase.

Por consiguiente, la pérdida del nivel de agua por succión será compensado con el volumen generado hasta la cresta del dique de cabecera, ya que se propone introducir ambas obras de toma, el dique y la estación de bombeo. Además, la ubicación relativa de ambas facilidades, obra de toma y estación de bombeo, deben de estar cerca para establecer un sistema unificado de operación y mantenimiento. La Fig. H.1.5.3 ilustra lo dicho anteriormente.

1) Obra de Toma

El propósito y la función de la obra de toma dependen del bajo costo de operación, asegurando el nivel mínimo necesario de operación de la estación de bombeo y evitar un efecto negativo a la fauna (ecosistema) del río Telica. La obra de toma consiste en una presa de tipo fijo y una escala de peces (canal para peces-fish way).

a) Obra de Toma

Area de la Sección Transversal para la Construcción del Dique

Se requiere un flujo con un caudal de diseño de 609.74 m³/s (período de 1-50 años) de vida útil para la construcción del dique. La relación del área de la sección transversal existente y la requerida por el plan es expuesto en el numeral 1.1.3 y en la Fig. H.1.5.3.

Forma del Dique

La altura de la corona del dique es adoptado en 1.00m considerando la abundante permeabilidad de la fundación. El tipo de presa fija será de concreto y las compuertas deslizantes serán instaladas considerando la sedimentación en la estación de bombeo. Adicionalmente es estimado que una profundidad de 2.0m del lecho del río en la posición propuesta para la presa posee un valor N menor que 20, según los datos de sondeo realizados aguas arriba a 2.9 km de distancia. Para la estabilización del dique se requiere de pilotes de fundación de 3.0m de longitud y un alto costo de construcción. Para abaratar el costo de construcción de la fundación el valor de N menor de 20 debe ser reemplazado por arena fina y el tipo de fundación de la presa debe ser adoptado del tipo flotante.

La forma del dique se determina mediante la siguiente fórmula:

i) Fórmula de Bligh para la longitud aguas abajo de la solera y gavión

$$W = 0.6CoD^{0.5}$$

$$L = 0.67Co(D*q)^{0.5}$$

Donde:

W : Longitud de la solera aguas abajo (m)

L : Longitud de la solera aguas abajo y gavión (m)

Co : Coeficiente por tipo de material

Clasificación	Co
Arena o arcilla limosa	18
Arena fina	15
Arena gruesa	12
Grava arenosa	9
Roca con grava y arena	4 a 6

D : Diferencia máxima entre altura de agua

q : Descarga unitaria (m/s)

ii) Fórmula de Lane para Núcleo Impermeable

$$Dh \cdot C \leq \frac{L}{3} + \text{total } l$$

Donde:

L : Peso para la longitud de deslizamiento en la dirección horizontal (inclinación menor de 45 grados) (m)

l : Peso para la longitud de deslizamiento en la dirección vertical (inclinación de más de 45 grados) (m)

Co: Coeficiente por tipo de material

Clasificación	Co
Arena o arcilla limosa	8.5
Arena fina	7.0
Arena media	6.0
Arena gruesa	5.0
Grava	4.0
Grava gruesa	3.5
Canto rodado con grava	3.0
Roca con grava y arena	2.5

Dh: Diferencia máxima entre niveles de agua (m)

iii) Espesor de la Solera

$$t = \frac{F_s \cdot (U_{pm} - h_2 \cdot W)}{rc - 1}$$

$$U_{px} = \{h_2 + D(\text{total } l - lx) / \text{total } l\}$$

Donde:

T : Espesor asumido en el punto

U_{px} : Subpresión de la percolación de siembra (m)

D : Diferencia entre el nivel de agua superior e inferior (m)

lx : Longitud total de la percolación de siembra (m)

rc : Peso específico de materiales del dique y la solera (2.30 a 2.35 t/m³)

F_s : Factor de seguridad (4/3)

La forma del dique y el resultado del cálculo está tabulado a continuación:

Item	Dimensión	Valor requerido por fórmula	Observación
Condición básica Descarga unitaria/ metro	2.38 m ³ /s	-	Caudal de 50m ³ /s Ancho de presa=21.0 (*)
Dimensión estructural Corona de la presa	1.0m	-	
Longitud de solera	Aguas abajo: 4.6m Aguas arriba: 2.3m Total: 6.9m	Aguas abajo: 4.6m (*1)	Fórmula de Bligh, C=15
Longitud del gavión	Aguas abajo: 12.0m Agua arriba: 6.0m	- -	
Longitud de solera y gavión	Aguas abajo: 16.6m	Aguas abajo: 15.5m	Fórmula de Bligh, C=15
Espesor de solera	0.55m	0.52m	En centro de cresta
Longitud total de deslizamiento	10.3 (*2)	7.0m	Fórmula de Lane, C=7

*1: El dique se desborda con una descarga mayor de 50 m³/s

*2: La longitud total de deslizamiento incluye pilas en 2.0m a ambos lados, aguas arriba y aguas abajo

Compuerta Deslizante

La compuerta deslizante será instalada no como para entrada de sedimentos durante la operación diaria de la estación de bombeo.

Agua Almacenada Efectiva por la Cresta del Dique

En el presente, los beneficiarios en el Area de Estudio utilizan la sección transversal del río, con una profundidad baja de 30 cm, como cruce natural de paso de agua del área de Telica a otra área. Estos beneficiarios no podrán seguir utilizando este método porque el agua será almacenada por la presa, para ésto será provisto un sitio de cruce natural, cuyas dimensiones del cruce es tabulado como sigue:

Item	Descripción	Observación
Profundidad de agua	---m	
Estructura	Encachado	
Ancho	---m	Caudal normal de agua = ---m ³ /s (*)
Longitud	---m	
Tubería de hormigón armado	Diámetro mm x juego	

Nota: El caudal normal de agua es considerado en 1.2 veces el nivel de agua mínimo

b) Escala de Peces (Fish Way)

En el río Telica habitan peces, como la tilapia y la anguila de aproximadamente 20cm de largo; es confirmado que estos peces avanzan en contra de la corriente. La obra de toma contemplará la escala de peces, lo cual hará sostenible las condiciones ecológicas del río Telica.

Ubicación de la Escala de Peces

En general, la escala de peces se ubica contiguo a la compuerta deslizante, la cual se instala en la margen izquierda, no obstante, la escala de peces será instalada en la margen derecha, ya que la estación de bombeo deberá ser ubicada en la margen izquierda, tal como se muestra en la Fig. H.1.5.3. Durante los trabajos de mantenimiento, se abrirá la compuerta para expulsar los sedimentos depositados, así también la escala de peces funcionará eficientemente.

Dimensión de la Escala de Peces

Existen diversos tipos de escala de peces; el tipo de escala de peces en este plan es adoptado el tipo Ice Harbor con escalera en el canal de peces, considerando la baja altura de la cresta del dique (1.0m) y las características de los peces que habitan.

La dimensión de la escala de peces es tabulado en la Tabla siguiente, bajo los criterios que se describen a continuación:

- El ancho de la escala de peces es generalmente del rango de 2m a 6m y es aproximadamente el 3% del ancho del río en el nivel de agua
- La velocidad en la escala de peces debe ser menor de 60 cm/s

- La altura de caída será de 0.2m
- La altura de vertido por la ranura del paso de agua en el dique será de 0.2m, y en los demás será de 0.1m
- El ancho de la ranura debe ser un tercio del ancho de la escala de peces
- La longitud de la cisterna en la dirección del flujo será mayor de 2.0m
- El agujero (20cm x 20cm) deberá ser ubicado sobre la partición de la pared

Item	Descripción	Observación
Tipo de peces	Tilapia y anguila	
Tipo de escala de peces	Tipo Ice Harbor	
Longitud de escala de peces	— M	
Pendiente de diseño	I=1/15	
Piscina	Longitud: 3.0m Ancho: 2.0m	10% del lecho de río (21m) en diseño
Partición de paredes	Ancho de pared: 2.0m Ancho de ranura: 0.6m Agujero: 0.2x0.2m	Balance de nivel de agua por partición de pared = 0.2m
Alcantarilla	Entrada: ángulo de 90° Salida: ángulo de 45°	

Existe abundante caudal en el río Telica a través de todo el año; la descarga mensual más baja es estimada en 1.25 m³/s durante la época de sequía, tal como se mencionó en los datos meteo-hidrológicos. La altura de vertido por partición de pared es estimado en menos de 10 cm, ya que el caudal unitario es de 0.065 m³/s/m considerando un caudal de 1.25 m³/s y un lecho de río de 19.1m. En este caso, se consideró una altura de vertido menor de 10 cm, ya que mayor el pez no podrá ir a aguas arriba. Además, dada las características de los peces que habitan en el río, el agujero en la partición de la pared cumplirá un papel importante por ser otra ruta de ascenso.

2) Facilidades de Bombeo

a) Ubicación de la Toma

La selección de la ubicación de la obra de toma es determinada tomando en consideración dos aspectos que son los trabajos de O/M y la estabilización estructural de la obra. En la O/M es necesario expulsar los sedimentos acumulados en frente de la estación de bombeo a través de la operación de la compuerta de deslizante, ya que la estación de bombeo la obra de toma para establecer una operación y mantenimiento unificado. Para la estabilización estructural y funcional de la estación, la descarga de pozo de achique deberá ser puesto en la margen izquierda para no ser afectado por. Sobre la base de lo mencionado anteriormente, la estación de bombeo será instalada como se muestra en la Fig. H.1.5.3.

b) Descarga de Bombeo de Diseño

La descarga de diseño de bombeo es determinada considerando el balance de utilizar el caudal del río Telica y el requerimiento de agua de cultivo en el área de riego. Como se mencionó en

el numeral 5.1.1, el requerimiento de agua en el área de riego exige una descarga máxima del río de 0.6 m³/s en ambos casos 1 y 2.

Número de Equipo de Bombeo

En general, el número del equipo de bombeo necesario se determina considerando lo siguiente:

- Fluctuación de requerimiento de agua por mes
- Trabajos de O/M del equipo de bombeo como el manejo de repuestos
- Costo de construcción de acuerdo con el número de bombas

El balance de agua, tanto el volumen de agua excedente como el déficit, se muestran en la siguiente figura; la composición de grande o pequeña escala de bombas es factible considerando el costo de instalación y operación. El manejo de los repuestos se complica debido a la diferencia de la escala del equipo de bombeo.

El número de bombas consiste de algunas especificaciones de bombeo tomando en cuenta el aspecto de O/M. La descarga de diseño de la bomba es 0.3 m³/s (18 m³/min), y los repuestos de la bomba se dispondrá considerando los accidentes en el bombeo.

c) Forma Estructural de la Estación de Bombeo

La descarga de toma del dique es conducida al pozo de achique a través de la esclusa. La esclusa es provista con una longitud de ---m hasta el pozo de achique mientras no sea afectado por descargas de niveles altos, y el interior de 1.5m x 1.5m es considerando el nivel de toma de agua y los trabajos de O/M. El pozo de achique es de 3.6m de ancho, 3.0m de profundidad y 5.83m de altura de acuerdo con el número y tamaño de las bombas a instalar. Como se consideró para la compuerta de la esclusa, hay dos rutas según la posición de la compuerta, que es en frente de la esclusa o en el pozo de achique. La posición de la compuerta es instalada considerando la operación a través de todo el año y las condiciones del río. La condición de la estación de bombeo se describe a continuación:

- La operación de la bomba se puede realizar aun durante el período de inundación.
- Es posible la operación de la bomba a pesar de las condiciones del río, ya que la descarga permanece en el nivel de E.L.49.23m en el pozo de achique en el caso de abrir el control de la compuerta.
- En el caso de un olvido en el cierre de la compuerta una crecida, la descarga por inundación no es suplida al pozo de achique debido al balance del nivel freático entre el interior del pozo de achique y del río; los sedimentos por la crecida no afectarán al pozo de achique.

Como se mencionó anteriormente, el propósito de la compuerta es suspender el paso de agua para realizar los trabajos de mantenimiento como es la operación de la bomba de extracción de arena, para lo cual la compuerta será instalada en frente de la esclusa.

Además, constará de un desarenador, ya que es imposible disponer de los sedimentos por forma natural dado los bajos niveles entre el lecho del río y el pozo de achique. Además, en este caso de provisión de tubería de expulsión, es riesgoso por el taponamiento de sedimentos dentro de la tubería. Por consiguiente, para los sedimentos provenientes del río el principal dispositivo será la bomba de arena.

Los planos detallados se muestran en la Fig. H.1.5.3.

d) Tipo de bomba

La elevación total de la bomba consiste en la elevación actual más la pérdida de carga, que puede ser estimada por las condiciones de succión del pozo de achique y la descarga del cajón y caudal de diseño. La condición de la succión y la salida es tabulada como sigue basada en la condición estructural. Estas bombas son bomba espiral multifase de succión horizontal, que consiste en una succión de 400mm al día. El agua bombeada es conducida al cajón de dimensión de 1.5m x 1.5m x 2.0m, a través de una tubería de acero inoxidable de aproximadamente 1,100m de longitud y diámetro de 750mm.

Item		Observación
Baja succión por nivel de agua	E.L. 45.70m	Considerando la pérdida de carga por la tubería de succión
Alta succión por nivel de agua	E.L. 49.43m	
Nivel de instalación de la planta de bombeo	E.L. 49.50m	
Máxima elevación de succión	4.30m	
Nivel de agua en salida de cajón	E.L. 61.25m	
Elevación total de la bomba	20.0m	

e) Tipo de motor primario (mecánico)

Existe suministro de energía en el área de Estudio, no obstante, las condiciones de suministro no es estable, por lo que no es apropiado adoptar el motor eléctrico usando el suministro de energía para el sistema de riego. Por lo tanto, para la energía de la bomba debe ser aplicado el motor mecánico considerando su uso estable. Además, la conexión entre el motor mecánico y la bomba será a través de reducir la velocidad en el orden de pérdidas durante la transmisión de energía.

La energía necesaria del motor mecánico es estimada alrededor de 140 Hp usando la siguiente fórmula:

$$P = (K * \gamma * Q * H) / (\eta P * \eta G) \times (1 + R) \dots \text{Fórmula (5.1.2)}$$

Donde:

- P: Energía necesaria (Kw), (Hp)
- K: 0.163 (en el caso de Kw)
0.222 (en el caso de Hp)
- γ : Peso específico del líquido bombeado (agua = 1.0 kg/l)
- Q: Capacidad de bombeo (m³/min)
- H: Elevación total de la bomba (m)

η_P : Eficiencia de bomba

η_G : Eficiencia de transmisión

R: Exceso (motor eléctrico: 0.15, motor mecánico: 0.22)

f) Casa de Bombas

La dimensión de la casa de bombas es considerada de acuerdo al tamaño del equipo de bombas, del espacio necesario para los trabajos de mantenimiento y del área de descanso para los operadores. Cada dimensión, bombas, motor y accesorios, será decidido de acuerdo a la capacidad de la bomba y del tamaño de la tubería de succión. El tamaño de la casa de bombas es estimada como sigue:

i) Sección transversal de la habitación de descanso hacia el flujo de agua

El espacio para la sección transversal requiere un total de 6.00m, que consiste en una longitud de bombeo de 1.10m, succión/tubería de desagüe de 1.47/3.12m.

ii) Sección transversal contrario a la succión del pozo de achique

La bomba de tres unidades será instalada en paralelo; el espacio total que una bomba requiere es de 6.00m, que consiste en una longitud para el motor de 2.23m, bomba de ancho de 1.50m y espacio para mantenimiento de cada 1.0m en la parte frontal y final de la bomba.

Ya que el sistema de bombeo consiste en un juego de tres bombas, el espacio para esta sección transversal es estimada en 18.0m.

iii) Altura de la casa de bombas

La altura de la casa de bombas es decidida por el método de mantenimiento de la bomba. Ya que la conducción de la bomba será principalmente llevado a cabo por grúa instalada en el techo, la casa de bombas requiere una altura mínima de 4.60m. En este plan, la altura de la casa de bombas será de 7.00m, considerando las condiciones existentes.

3) Facilidades de Pozos para Uso de Agua Suplementaria

Como se mencionó en el numeral 5.1.1, Plan de Toma de Agua, el agua bombeada del río Telica no puede cubrir el requerimiento de agua en el área de Estudio. El volumen deficitario para el riego es estimado en 1.67 y 0.78 m³/s en los casos 1 y 2, respectivamente durante los meses de enero a abril, esta falta de agua será cubierta por las facilidades de pozos utilizando el agua subterránea.

a) Capacidad del Pozo

La capacidad del pozo es estimada alrededor de 120 l/s basado en la prueba de bombeo realizada. Los métodos para la utilización de las facilidades de pozos se divide en dos casos, derivación directa de agua subterránea al canal de riego por 24 horas pico de operación y regulación de agua por la instalación de estanques para una operación menor de 24 horas. En este caso de provisión de estanques para la regulación del agua, es necesario incrementar el costo de construcción debido al incremento de la facilidad de pozo y construcción del reservorio regulador. Además, ya que el agua almacenada por el reservorio es por orificio, es

difícil ajustar la descarga, de acuerdo con el agua bombeada de 24 horas. Por lo tanto, la operación del pozo es llevada a cabo en 24 horas pico con la estación de bombeo; se ubicarán de tres a cinco pozos en el área de riego para cada uno de los casos.

b) Clasificación de las facilidades de pozos

La provisión de las facilidades de pozos es considerada con el círculo de influencia del pozo debido a la estabilización de operación por eficiencia del pozo. Puesto que el círculo de influencia del pozo es estimada con un radio de 500m sobre la base de las condiciones existentes y el resultado de la prueba de bombeo realizada, el pozo no puede coleccionar cerrado la descarga de la estación de bombeo para establecer una operación y mantenimiento unificado. Por consiguiente, el plan por la facilidad de pozo es determinada según el sistema de la red de riego.

c) Especificación de la Facilidad de Pozo

Basado en el resultado de la prueba de bombeo y la condición de utilización de los pozos, la especificación para un pozo es estimado como sigue:

Item	Especificación	Observación
Pozo	Diámetro: 12" Profundidad pozo: 70m Caudal diseño: 120 l/s	
Equipo de bombeo	Tipo: Bomba de turbina multifase vertical Elevación total bomba: 60m	
Motor	Tipo: motor mecánico Producción: 140 Hp	Usando fórmula 5.1.2
Casa de bombas	Estructura: estructura de asbesto Espacio: 3.1 ^W x 2.6 ^B x 2.5 ^H	
Facilidad de control de descarga	Provisión de canal flume Parshall	

Además, la fuente de energía de la facilidad es aplicada usando motor diesel, tal como la estación de bombeo

(2) Red del Sistema de Riego

Como se indica en la figura siguiente, en el Area de Estudio existen cuatro bloques de riego por una fuente de agua que abarca tres comunidades que son Abangasca Norte, López Roque y Troilo. El canal de riego se clasifica en principal, secundario y terciario y suplirá el área de riego desde el inicio hasta el punto final, de un tamaño de 10ha por bloques.

a) Sistema incluyendo el Pozo

La línea del canal será principalmente ubicada alrededor de la curva de nivel y a lo largo del camino existente considerando los trabajos de O/M.

Como se mencionó anteriormente, el canal de riego será construido además de las facilidades de pozo, en el orden de suministrar agua subterránea durante la falta de agua superficial, la capacidad del canal y del pozo es determinado por el requerimiento de agua por bloques. El agua de riego requerida y los detalles de cálculo se presentan en la Tabla H.5.2.

Tabla Sumario del Requerimiento de Agua por Bloques Unidad: l/s

Mes	Agua Superficial	Caso 1						Caso 2					
		Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Total	Difer.	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Total	Difer.
Ene	600.00	121.68	73.62	222.65	299.64	717.58	-117.59	77.55	73.62	141.19	237.29	527.65	72.35
Feb	600.00	185.73	124.77	353.72	489.94	1154.16	-554.16	128.02	124.77	239.22	402.07	894.08	-294.08
Mar	600.00	194.33	130.35	368.48	510.99	1204.15	-604.15	133.74	130.35	249.92	420.03	934.03	-334.03
Abr	600.00	162.37	104.82	305.84	418.22	991.25	-391.25	107.56	104.82	200.99	337.83	751.20	-151.20
May	600.00	16.00	15.60	41.13	59.03	131.76	468.24	16.00	15.60	29.91	50.26	111.77	488.23
Jun	600.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	600.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	600.00
Jul	600.00	39.89	38.89	80.17	129.67	288.62	311.38	39.89	38.89	74.55	125.28	278.61	321.39
Ago	600.00	21.49	20.95	56.99	80.64	180.07	419.93	21.49	20.95	40.16	67.48	150.08	449.92
Sep	600.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	600.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	600.00
Oct	600.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	600.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	600.00
Nov	600.00	20.69	20.15	49.89	73.77	164.50	435.50	20.69	20.15	38.67	65.00	144.51	455.49
Dic	600.00	7.09	6.91	18.85	26.67	59.52	540.48	7.09	6.91	13.23	22.28	49.51	550.49
Max.	al año	194.33	130.35	368.48	510.99	1204.15		133.73	130.35	249.92	420.03	934.03	
Prom.	al año	64.11	44.67	124.81	1740.48	407.64		45.84	44.67	85.65	143.96	320.12	

El volumen total es utilizado por varios tipos de agua, por bloques, y durante el alto consumo de agua debido a la distribución de agua de acuerdo con el tamaño de los bloques y el cultivo. De tres a cinco pozos en cada bloque por casos serán ubicados para completar la función del sistema de redes de agua superficial, por todo el año. Las facilidades de pozos se consideraron como se muestra en la tabla de abajo considerando los siguientes items:

- Mantener la función de la red del sistema de la red de riego para el área total irrigable durante el consumo pico
- Provisión de las facilidades en el punto de déficit de agua en el orden de transportar el agua, que será distribuida por obras derivadoras hasta el final de la finca
- Considerar el círculo de influencia del pozo de radio de 500m debido a la provisión de tres a cinco pozos por casos
- Evitar una excesiva área transversal del canal por la demanda de agua (períodos normales y picos)

Bloques	Caso 1			Caso 2		
	No. de pozos	Agua subterránea	Agua superficial	No. de pozos	Agua subterránea	Agua superficial
Bloque 1	0	0.00	194.33	0	0.00	133.73
Bloque 2	0	0.00	130.35	0	0.00	130.35
Bloque 3	2	241.16	127.32	1	107.47	142.45
Bloque 4	3	362.99	148.00	2	226.56	193.47
Total	5	604.15	600.00	3	334.03	600.00

Las facilidades de pozos son requeridos en los bloques 3 y 4, por su gran área irrigable, por lo que son contemplados canales y facilidades de pozos, y además se consideran los trabajos de O/M como se muestra en la Fig. H.1.5.4. La condición del flujo de los canales por la demanda de agua variable durante el período normal y pico se muestra en la Fig. H.1.5.5, la condición de operación del pozo por su ubicación se muestra en la Tabla H.1.5.3.

El cálculo del flujo uniforme para la red del sistema se muestra en las Tablas H.1.5.4 y 5, el perfil longitudinal del canal se muestra en la Fig. H.1.5.---

La provisión del sistema no es variable entre los casos 1 y 2 debido a la condición de la finca, pero el caso 1 es más apropiado desde el punto de vista económico.

	Caso 1 (1,160.7ha)		Caso 2 (798.3ha)		Observación
	Distancia (m)	Densidad de canal (m/ha)	Distancia (m)	Densidad de canal (m/ha)	
Canal principal	4,670	4.0	4,670	5.8	Revest. Canal
Canal secundario	13,940	12.0	13,940	17.5	Revest. Canal
Canal terciario	18,490	15.9	18,490	23.2	Canal en tierra
Total	37,100	32.0	37,100	46.5	

El canal principal y secundario debe ser del tipo revestido en el orden de transportar el agua de riego a los canales terciarios y las fincas. Un canal revestido puede ser de tres tipos, de concreto, enchado y de suelo-cemento. Las características del canal revestido está tabulado por métodos:

Item	Revest. concreto	Encache	Suelo-cemento
Durabilidad	Alto	Medio	Bajo
Espesor de canal	10cm	25cm	10cm
Costo construcción/unidad	C\$832.83/m3	C\$728.52/m3	C\$396.40/m3

El revestimiento de canal para propósitos agrícolas es en general aplicado del tipo suelo-cemento por el bajo costo de construcción en la República de Nicaragua, el canal principal y secundario del sistema, principalmente será del tipo suelo-cemento y el canal terciario será en tierra.

La pendiente del canal es 1:1.0 considerando las condiciones existentes, tales como en la Finca Costa Sur La Montaña, Pekín y Ochomogo, en el departamento de León.

b) Obras de Derivación

Las obras de derivación se componen de compuertas principales que conducen el agua del río a los canales y compuertas simples para los canales terciarios y parcelarios de riego. En el sistema de transporte de agua del proyecto, el agua subterránea será usada además de la fuente superficial del río durante los periodos picos de riego, especialmente en sitios que necesite suplir agua adicional del agua superficial. Por lo tanto, la distribución apropiada del agua superficial es muy importante, a través de una compuerta con sistema de puerta en la compuerta principal para el control del flujo, además de canales parcialmente abiertos para mediciones del flujo. Para un control apropiado el agua es necesario instalar en los canales terciarios compuertas sencillas para mantener el requerimiento de agua del sistema. Una compuerta sencilla cada 10ha aproximadamente será instalada hasta la última finca.

d) Reservorio de Regulación y Estanque

Es necesario ajustar el volumen de agua mediante facilidades de almacenamiento debido a la diferencia del volumen de agua entre 24 horas de suministro de agua y 18 horas de operación en fincas. Además, la obra de almacenamiento es requerida para establecer una red flexible de riego. La escala requerida de estas obras, reservorio de regulación y estanque, es estimado en alrededor de 6,650/1,660 m³ por 50ha basado en la siguiente fórmula. La operación de la obra de almacenamiento consiste en el bombeo del agua almacenada por pequeñas bombas debido al bajo nivel de agua disponible. Por lo tanto, la obra de almacenamiento no cuenta con un sistema de redes por restricciones en el costo de construcción y el agua almacenada por la diferencia de 6 horas (diferencia de horas de operación entre los trabajos de suministro y el tiempo de llegada a la finca), es manejada con la preparación de surcos.

i) Fórmula para el Reservorio de Regulación

$$V=(Dm \times N)/(2.4 \times E) \times A$$

Donde:

V: Capacidad del reservorio de regulación (m³)

Dm: Evapotranspiración por día (mm/día)

Nr: Hora para agua almacenada (días requeridos x 24)

A: Area de riego servida por reservorio de regulación (ha)

ii) Fórmula para el Estanque de agua

$$V=D/Ef \times 10/24 \times (24-T) \times A$$

Donde:

V: Capacidad del estanque

D: Evotranspiración por día (mm/día)

Ef: Eficiencia de riego

A: Area de riego servida por el estanque (ha)

(3) Lista de Instalación

Como se muestra en la Tabla H.1.5.6 el sumario del plan de instalación de riego es mostrada para los casos comparativos 1 y 2. Las facilidades poseen el mismo nivel, no obstante, hay una diferencia de costo debido a la cantidad de trabajos que será desarrollada en cada finca para cada caso. El caso 2 es el más barato.

1.6 Operación y Mantenimiento

(1) Organización para el Control de Agua

Llevar a cabo una apropiada operación y mantenimiento será necesario por la organización de usuarios del agua para establecer un sistema de riego sostenible. Especialmente, el control de

este sistema en este plan es complejo debido a la restricción de las fuentes de agua. Actualmente existen 3 organizaciones en el Area de Estudio; es necesario formular una nueva organización basada en las comunidades existentes. Los detalles de los formulamientos de la organización y un diagrama esquemático se describen para un plan firme de asociación de agricultores.

(2) Manejo de Control de Agua

El sistema de las facilidades de riego consiste en una obra de toma principal, toma de agua suplementaria y sistema de red de canales. Basado en la fuente de agua, la utilización de la toma de agua suplementaria será necesaria en períodos pico (de enero a abril). Consecuentemente, el manejo del uso de agua múltiple en períodos entre el pico y el normal desde el punto de vista de control de las facilidades, será formulado basado en el patrón de cultivo.

El manejo de control de agua, según su contenido, se describe a continuación:

- 1) Obra de Toma
 - De acuerdo con la cantidad planeada de obra de toma
 - Supervisión de obra de toma total
 - Registro de datos relativo al volumen de agua de toma
- 2) Canal de Riego
 - Manejo y revisión de canal de acuerdo con la cantidad de transporte de agua de diseño
 - Supervisión de la totalidad de canales
 - Control de tomas ilegales
- 3) Planes de Bombeo
 - Manejo de acuerdo con el volumen designado
 - Control diario antes de la operación de bombas y motor primario, además de un mantenimiento anual realizado por una firma especializada
 - La revisión diaria de pozos no es necesaria, no obstante, los servicios de una firma especializada puede ser requerida en caso de estimar que el volumen de extracción no es alcanzada apesar de que las bombas y motores no presentan anomalías
- 4) Trabajo de Riego
 - La asociación de control de agua elaborará un calendario de riego semanal, el cual será suministrado a cada agricultor
 - Cada beneficiario podrá irrigar en los días establecidos en el calendario
 - La supervisión controlará la ejecución del riego de acuerdo con el calendario establecido y en caso de incumplimiento será sancionado

(3) Equipo Requerido

Es necesario suministrar maquinarias pesadas como son retroexcavadora y bulldozer, considerando las reparaciones o rehabilitación del sistema. No obstante, no es necesario adquirir estos equipos en el Area de Estudio; los trabajos de mantenimiento pueden ser

suficientemente cubiertos con las maquinarias de la municipalidad. Por consiguiente, sólo serán enumerados los equipos de trabajos diarios:

Equipo Necesario para la Asociación de Control de Agua

Equipo	Norma	Cantidad	Propósito
Camioneta	2ton, 4x4	3	Control, monitoreo y actividades de rehabilitación

(4) Costo de operación y Mantenimiento

1) Costo Anual de O/M

El costo de O/M consiste en 3 categorías, que son costo de operación de las facilidades de bombeo, costo renovable de las facilidades y costo laboral. El costo renovable es estimado por los costos de construcción considerando la depreciación por las categorías de estación de bombeo y canal de riego. El costo laboral son las actividades de la asociación, es estimada basada en el diagrama esquemático de la asociación. El costo de operación varía por mes, de acuerdo con el requerimiento de agua por cultivo, e influye directamente en la vida, en la subsistencia de los agricultores. El costo de operación anual se muestra en la Tabla H.1.6.1, considerando el esquema financiero de las actividades agrícolas.

El gasto anual de los usuarios de riego es tabulado como sigue:

Gasto Anual de Usuarios de Riego

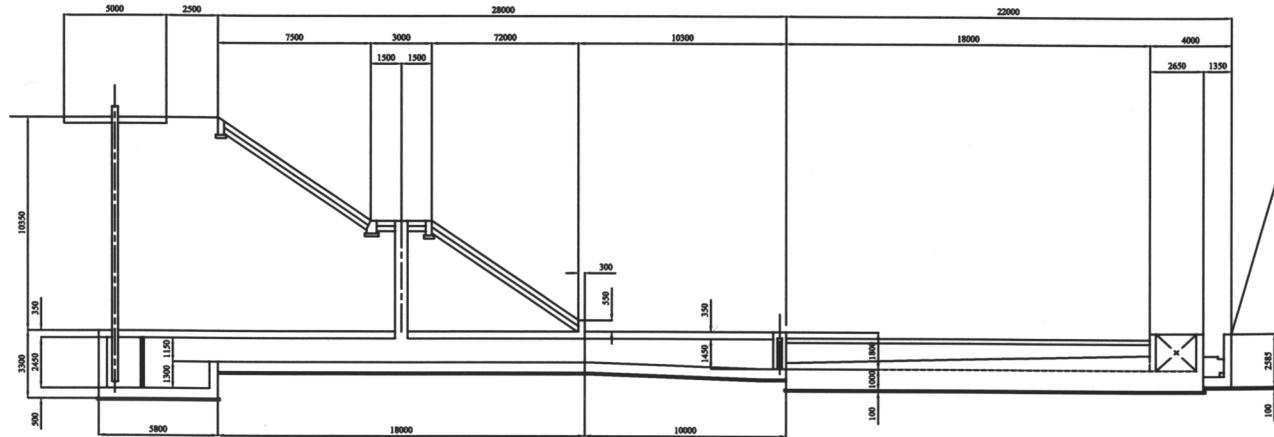
Unidad: US\$1,000

Item	Gasto anual		Observación
	Caso 1	Caso 2	
Costo laboral	12.3	12.8	
Gasto de operación	36.0	28.5	
Gasto de las facilidades renovables	74.0	63.3	
Total	122.3	104.7	

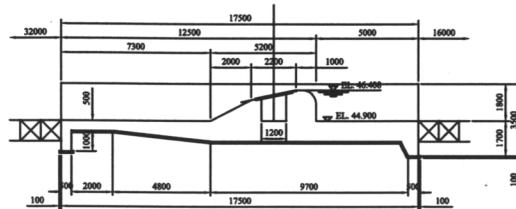
2) Pago de los Agricultores y Método de Cobro

Las facilidades de riego servidas por este proyecto cubren a 250 beneficiarios. El costo incluyendo las categorías arriba señaladas es dividida y repartida a cada beneficiario. El agua es suplida a cada beneficiario de acuerdo con el tamaño del área irrigable. La mayoría de los beneficiarios en esta área poseen alrededor de 10Mz (7ha). El costo por beneficiario es estimado en US\$ 737.6 y US\$ 918.1 en los casos 1 y 2, respectivamente. En el caso de tomar como base el número de beneficiarios, el monto por beneficiario es estimado en US\$ 489.2 y US\$ 418.8 para los casos 1 y 2, respectivamente.

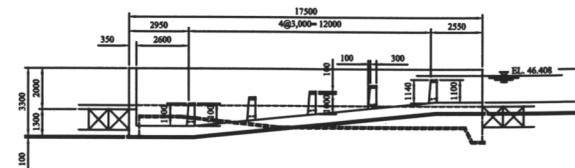
PLANO DEL OBRA DE TOMA EN TELICA



SECCION A-A



SECCION B-B



SECCION C-C